

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 1月18日

出願番号

Application Number:

特願2001-010858

出願人

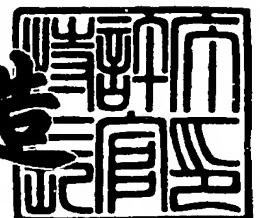
Applicant(s):

株式会社半導体エネルギー研究所

2001年11月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3101565

【書類名】 特許願

【整理番号】 P005443

【提出日】 平成13年 1月18日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 山崎 舜平

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 村上 智史

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 大沼 英人

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 中村 理

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 田中 幸一郎

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 荒井 康行

【特許出願人】

【識別番号】 000153878

【氏名又は名称】 株式会社半導体エネルギー研究所

【代表者】 山崎 舜平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002543

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置の作製方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透光性を有する基板の第 1 の面上に半導体膜を形成する第 1 工程と、

前記半導体膜上に絶縁膜を形成する第 2 工程と、

前記絶縁膜上に導電層を形成する第 3 工程と、

前記半導体膜に不純物元素を導入して、前記導電層と重なるチャネル形成領域と、前記導電層の一部と重なる低濃度不純物領域と、高濃度不純物領域からなるソース領域及びドレイン領域を形成する第 4 工程と、

前記基板の第 1 の面側から第 1 のレーザ光を照射し、前記基板の第 2 の面側から第 2 のレーザ光を照射する第 5 工程と、

を有し、

前記第 2 のレーザ光は、前記第 1 のレーザ光の一部が前記基板を透過して、前記基板の第 2 の面側に設置された反射体によって反射されたレーザ光であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2】 透光性を有する基板の第 1 の面上に半導体膜を形成する第 1 工程と、

前記半導体膜上に絶縁膜を形成する第 2 工程と、

前記絶縁膜上に導電層を形成する第 3 工程と、

前記半導体膜に不純物元素を導入して、前記導電層と重なるチャネル形成領域と、前記導電層の一部と重なる低濃度不純物領域と、高濃度不純物領域からなるソース領域及びドレイン領域を形成する第 4 工程と、

前記基板の第 1 の面側から第 1 のレーザ光を照射し、前記基板の第 2 の面側から第 2 のレーザ光を照射する第 5 工程と、

を有し、

前記第 5 工程において、

前記基板は、前記基板の第 2 の面側から加熱され、

前記第 2 のレーザ光は、前記第 1 のレーザ光の一部が前記基板を透過して、前

記基板の第 2 の面側に設置された反射体によって反射されたレーザ光であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 3】 透光性を有する基板の第 1 の面上に半導体膜を形成する第 1 工程と、

前記半導体膜上に絶縁膜を形成する第 2 工程と、

前記絶縁膜上に導電層を形成する第 3 工程と、

前記半導体膜に不純物元素を導入して、前記導電層と重なるチャネル形成領域と、前記導電層の一部と重なる低濃度不純物領域と、高濃度不純物領域からなるソース領域及びドレイン領域を形成する第 4 工程と、

前記基板の第 1 の面側から第 1 のレーザ光を照射し、前記基板の第 2 の面側から第 2 のレーザ光を照射する第 5 工程と、

を有し、

前記第 5 工程において、

前記第 1 のレーザ光は、前記基板に対して斜めから照射し、

前記第 2 のレーザ光は、前記第 1 のレーザ光の一部が前記基板を透過して、前記基板の第 2 の面側に設置された反射体によって反射されたレーザ光であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 4】 透光性を有する基板の第 1 の面上に第 1 の半導体膜を形成する第 1 工程と、

前記第 1 の半導体膜に金属元素を導入する第 2 工程と、

第 1 の加熱処理を行なって前記第 2 の半導体膜を形成する第 3 工程と、

前記第 2 の半導体膜上に絶縁膜を形成する第 4 工程と、

前記絶縁膜上に導電層を形成する第 5 工程と、

前記第 2 の半導体膜に不純物元素を導入して、前記導電層と重なるチャネル形成領域と、前記導電層の一部と重なる低濃度不純物領域と、高濃度不純物領域からなるソース領域及びドレイン領域を形成する第 6 工程と、

第 2 の加熱処理を行なう第 7 工程と、

前記基板の第 1 の面側から第 1 のレーザ光を照射し、前記基板の第 2 の面側から第 2 のレーザ光を照射する第 8 工程と、

を有し、

前記第 2 のレーザ光は、前記第 1 のレーザ光の一部が前記基板を透過して、前記基板の第 2 の面側に設置された反射体によって反射されたレーザ光であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 5】 透光性を有する基板の第 1 の面上に第 1 の半導体膜を形成する第 1 工程と、

前記第 1 の半導体膜に金属元素を導入する第 2 工程と、

第 1 の加熱処理を行なって前記第 2 の半導体膜を形成する第 3 工程と、

前記第 2 の半導体膜上に絶縁膜を形成する第 4 工程と、

前記絶縁膜上に導電層を形成する第 5 工程と、

前記第 2 の半導体膜に不純物元素を導入して、前記導電層と重なるチャネル形成領域と、前記導電層の一部と重なる低濃度不純物領域と、高濃度不純物領域からなるソース領域及びドレイン領域を形成する第 6 工程と、

第 2 の加熱処理を行なう第 7 工程と、

前記基板の第 1 の面側から第 1 のレーザ光を照射し、前記基板の第 2 の面側から第 2 のレーザ光を照射する第 8 工程と、

を有し、

前記第 8 工程において、

前記基板は、前記基板の第 2 の面側から加熱され、

前記第 2 のレーザ光は、前記第 1 のレーザ光の一部が前記基板を透過して、前記基板の第 2 の面側に設置された反射体によって反射されたレーザ光であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 6】 透光性を有する基板の第 1 の面上に第 1 の半導体膜を形成する第 1 工程と、

前記第 1 の半導体膜に金属元素を導入する第 2 工程と、

第 1 の加熱処理を行なって前記第 2 の半導体膜を形成する第 3 工程と、

前記第 2 の半導体膜上に絶縁膜を形成する第 4 工程と、

前記絶縁膜上に導電層を形成する第 5 工程と、

前記第 2 の半導体膜に不純物元素を導入して、前記導電層と重なるチャネル形成

領域と、前記導電層の一部と重なる低濃度不純物領域と、高濃度不純物領域からなるソース領域及びドレイン領域を形成する第 6 工程と、

第 2 の加熱処理を行なう第 7 工程と、

前記基板の第 1 の面側から第 1 のレーザ光を照射し、前記基板の第 2 の面側から第 2 のレーザ光を照射する第 8 工程と、

を有し、

前記第 8 工程において、

前記第 1 のレーザ光は、前記基板に対して斜めから照射し、

前記第 2 のレーザ光は、前記第 1 のレーザ光の一部が前記基板を透過して、前記基板の第 2 の面側に設置された反射体によって反射されたレーザ光であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 7】 請求項 2 において、前記第 5 工程における前記基板の温度は 0 ～ 4 5 0℃であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 8】 請求項 5 において、前記第 8 工程における前記基板の温度は 0 ～ 4 5 0℃であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 9】 請求項 1 乃至 6 のいずれか一項において、前記不純物元素は H e、N e、A r、K r、X e から選ばれた一種または複数種であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 1 0】 請求項 1 乃至 6 のいずれか一項において、前記不純物元素は H e、N e、A r、K r、X e から選ばれた一種または複数種および 1 5 族に属する元素から選ばれた一種または複数種であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 1 1】 請求項 1 乃至 6 のいずれか一項において、前記不純物元素は H e、N e、A r、K r、X e から選ばれた一種または複数種および 1 3 族に属する元素から選ばれた一種または複数種であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 1 2】 請求項 1 乃至 6 のいずれか一項において、前記不純物元素は H e、N e、A r、K r、X e から選ばれた一種または複数種および 1 5 族に属する元素から選ばれた一種または複数種および 1 3 族に属する元素から選ばれた一

種または複数種であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 1 3】 請求項 1 乃至 6 のいずれか一項において、前記不純物元素は 1 5 族に属する元素から選ばれた一種または複数種、または、1 3 族に属する元素から選ばれた一種または複数種であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 1 4】 請求項 1 乃至 6 のいずれか一項において、前記不純物元素は 1 5 族に属する元素から選ばれた一種または複数種、および、1 3 族に属する元素から選ばれた一種または複数種であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 1 5】 請求項 1 乃至 6 のいずれか一項において、前記反射体の前記第 1 のレーザ光が反射する面は曲面であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 1 6】 請求項 1 乃至 6 のいずれか一項において、前記反射体の前記第 1 のレーザ光が反射する面に起伏部を設けて、前記第 1 のレーザ光を乱反射させることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 1 7】 請求項 1 乃至 6 のいずれか一項において、前記第 1 のレーザ光および前記第 2 のレーザ光の波長は、3 0 0 n m 以上であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 1 8】 請求項 1 乃至 6 のいずれか一項において、前記第 1 のレーザ光および前記第 2 のレーザ光の波長は、4 0 0 n m 以上であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 1 9】 請求項 1 乃至 6 のいずれか一項において、前記第 1 のレーザ光および前記第 2 のレーザ光は、N d : Y A G レーザ、N d : Y L F レーザ、N d : Y V O ₄ レーザ、もしくは N d : Y A l O ₃ レーザから選ばれた一種の第 2 高調波であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2 0】 請求項 1 乃至 6 のいずれか一項において、前記導電層は、T a 、W、T i、M o、A l、C u、C r、N d から選ばれた元素、または前記元素を主成分とする合金材料もしくは化合物材料、または、不純物元素をドーピングした半導体膜であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2 1】 請求項 1 乃至 6 のいずれか一項において、前記導電層の端部は、テーパー形状であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2 2】 請求項 4 乃至 6 のいずれか一項において、前記金属元素は、F e、C o、N i、R u、R h、P d、O s、I r、P t、C u、A g、A u、S n、S b から選ばれた一種または複数の元素であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2 3】 請求項 1 乃至 2 2 のいずれか一項において、前記半導体装置は、液晶表示装置または発光装置であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2 4】 請求項 1 乃至 2 2 のいずれか一項において、前記半導体装置は、携帯電話、ビデオカメラ、デジタルカメラ、プロジェクター、ゴーグル型ディスプレイ、パーソナルコンピュータ、DVD プレイヤー、電子書籍、または携帯型情報端末であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明はレーザビームを用いた半導体膜のアニール（以下、レーザアニールという）を工程に含んで作製された半導体装置及びその作製方法に関する。なお、ここでいう半導体装置には、液晶表示装置や発光装置等の電気光学装置及び該電気光学装置を部品として含む電子装置も含まれるものとする。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

ガラス等の絶縁基板上に形成された半導体膜に対し、レーザアニールを施して、結晶化させたり、結晶性を向上させる技術が広く研究されている。上記半導体膜には珪素がよく用いられる。

【0 0 0 3】

近年、量産効率の向上のために基板を大面積化する動きが著し著しく、新しく建設される量産工場のラインは、基板サイズ 6 0 0 × 7 2 0 m m が標準となりつつある。このような大面積基板に合成石英ガラス基板を加工することは現在の技術では難しく、たとえできたとしても産業として成り立つ価格までは下がりませんと考えられる。大面積基板を容易に作製できる材料に、例えばガラス基板がある。ガラス基板は、従来よく使用されてきた合成石英ガラス基板と比較し、安価で

、大面積基板を容易に作製できる利点を持っている。また、結晶化に好んでレーザーが使用されるのは、ガラス基板の融点が低いからである。レーザーは基板の温度を余り上昇させずに、半導体膜のみ高いエネルギーを与えることが出来る。

【0004】

ガラス基板には、例えばコーニング7059と呼ばれているものがある。コーニング7059は非常に安価で加工性に富み、大面積化も容易である。しかしながら、コーニング7059は歪点温度が593℃であり、600℃以上の加熱には問題があった。また、ガラス基板の1つに、歪点温度が比較的高いコーニング1737というものがある。コーニング1737の歪点温度は667℃とコーニング7059の歪点温度に比べて高い。前記コーニング1737基板に非晶質半導体膜を成膜し、600℃、20時間の雰囲気においても、作製工程に影響するほどの基板の変形は見られなかった。しかしながら、20時間の加熱時間は量産工程としては長過ぎ、また、加熱温度600℃は、コストの面から考えると、少しでも低い方が好ましかった。

【0005】

このような問題を解決するため、新しい結晶化の方法が考案された。前記方法の詳細は特開平7-183540号公報に記載されている。ここで、前記方法を簡単に説明する。まず、非晶質半導体膜にニッケルまたは、パラジウム、または鉛等の金属元素を微量に添加する。添加の方法は、プラズマ処理法や蒸着法、イオン注入法、スパッタ法、溶液塗布法等を利用すればよい。前記添加の後、例えば550℃の窒素雰囲気中に4時間、非晶質半導体膜を置くと、特性の良好な結晶質半導体膜が得られる。結晶化に最適な加熱温度や加熱時間等は、前記金属元素の添加量や、非晶質半導体膜の状態による。

【0006】

しかしながら、前記技術では、結晶化を促進するために用いた前記金属元素が高抵抗層（チャンネル形成領域やオフセット領域）中にも残留すると言う問題がある。前記金属元素は電気が流れやすいため、高抵抗層であるべき領域の抵抗を下げる。そのため、オフ電流が増加し、また、個々の素子間でばらつくと言ったTFTの特性の安定性および信頼性を損なう原因となっていた。

【 0 0 0 7 】

この問題を解決するため、結晶質半導体膜から結晶化を促進するための金属元素を除去する技術（ゲッタリング技術）を開発し、特開平 1 0 - 2 7 0 3 6 3 号公報に開示している。前記ゲッタリング技術とは、まず、結晶質半導体膜に 1 5 族に属する元素を選択的に添加して加熱処理を行なう。前記加熱処理により、前記 1 5 族に属する元素が添加されていない領域（被ゲッタリング領域）の前記金属元素は前記被ゲッタリング領域から放出され、拡散し、前記 1 5 族に属する元素の添加領域（ゲッタリング領域）に捕獲される。その結果、前記被ゲッタリング領域において前記金属元素の除去または低減することができ、さらにゲッタリング時の加熱温度はガラス基板が耐え得る 6 0 0 ℃ 以下とすることができる。また、1 5 族に属する元素だけでなく 1 3 族に属する元素も導入しても、金属元素をゲッタリングできることは確認されている。

【 0 0 0 8 】

このような作製工程を経て形成された結晶質半導体膜は、高い移動度を有するため、この結晶質半導体膜を用いて薄膜トランジスタ（T F T）を形成し、例えば、アクティブマトリクス型の電気光学装置等に盛んに利用されている。

【 0 0 0 9 】

アクティブマトリクス型液晶表示装置には、機能ブロックごとに画像表示を行なう画素回路や、C M O S 回路を基本としたシフトレジスタ回路、レベルシフタ回路、バッファ回路、サンプリング回路などの画素回路を制御するための駆動回路が一枚の基板上に形成される。

【 0 0 1 0 】

アクティブマトリクス型液晶表示装置の画素回路には、数十から数百万個の各画素に T F T（画素 T F T）が配置され、その画素 T F T のそれぞれには画素電極が設けられている。液晶を挟んだ対向基板側には対向電極が設けられており、液晶を誘電体とした一種のコンデンサを形成している。そして、各画素に印加する電圧を T F T のスイッチング機能により制御して、このコンデンサへの電荷を制御することで液晶を駆動し、透過光量を制御して画像を表示する仕組みになっている。

【0011】

画素TFTはnチャネル型TFTから成り、スイッチング素子として液晶に電圧を印加して駆動させるものである。液晶は交流で駆動させるので、フレーム反転駆動と呼ばれる方式が多く採用されている。この方式では消費電力を低く抑えるために、画素TFTに要求される特性はオフ電流値（TFTがオフ動作時に流れるドレイン電流）を十分低くすることが重要である。

【0012】

オフ電流値を低減するためのTFTの構造として、低濃度ドレイン（LDD：Lightly Doped Drain）構造が知られている。この構造はチャネル形成領域と、高濃度に不純物元素を添加して形成するソース領域またはドレイン領域との間に低濃度に不純物元素を添加した領域を設けたものであり、この領域をLDD領域と呼んでいる。また、ホットキャリアによるオン電流値の劣化を防ぐための手段として、ゲート絶縁膜を介してLDD領域をゲート電極と重ねて配置させた、いわゆるGOLD（Gate-drain Overlapped LDD）構造が知られている。このような構造とすることで、ドレイン近傍の高電界が緩和されてホットキャリア注入を防ぎ、劣化現象の防止に有効であることが知られている。

【0013】

また、GOLD構造を形成するために、ゲート電極の端部はテーパーを有する形状とする。このような形状にすることで、nチャネル型TFTを形成する半導体層にn型を付与する不純物元素を導入する工程と、pチャネル型TFTを形成する半導体層にp型を付与する不純物元素を導入する工程は、それぞれ1回のドーピング処理で、ゲート電極と重ならない部分にソース領域およびドレイン領域が形成され、ゲート電極のテーパーの下方には前記テーパーの形状に沿った濃度勾配を有するLDD領域を形成することができる。

【0014】

また、ドーピング処理において、半導体膜へ打ち込まれるイオンのエネルギーは、半導体膜を形成する元素の結合エネルギーと比較して非常に大きい。そのため、前記半導体膜へ打ち込まれるイオンは前記半導体膜を形成する元素を格子点から弾き飛ばして結晶に欠陥を生じさせる。したがって、ドーピング処理後は前

記欠陥の回復を行ない、また同時に打ち込んだ不純物元素を活性化させるため、加熱処理を行なうことが多い。加熱処理として、ファーンズアニール炉を用いた熱アニール法、レーザアニール法、またはラピッドサーマルアニール法（RTA法）が挙げられる。また、不純物元素を活性化させることは、不純物元素が添加された領域を低抵抗領域にしてLDD領域、ソース領域およびドレイン領域として機能させるために重要なプロセスである。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

15族に属する元素はイオンドーピング法（ PH_3 などをプラズマで解離して、イオンを電界で加速して半導体膜中に注入する方法であり、基本的にイオンの質量分離を行なわない方法を指す）で半導体膜に注入するが、ゲッタリングのために例えばリンを導入した場合、必要なリン濃度は $1 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ 以上である。イオンドーピング法による15族に属する元素の添加は、半導体膜の非晶質化をもたらすが、15族に属する元素の濃度の増加はその後の加熱処理による再結晶化の妨げとなり問題となっている。また、高濃度の15族に属する元素の添加は、ドーピングに必要な処理時間の増大をもたらし、ドーピング工程におけるスループットを低下させるので問題となっている。

【0016】

さらに、15族に属する元素はn型を付与する不純物元素であり、pチャネル型TFTのソース領域およびドレイン領域に添加した15族に属する元素に対し、その導電性を反転させるために必要なp型を付与する不純物元素（例えば、13族に属する元素）の濃度は1.5～3倍が必要であり、再結晶化の困難さに伴って、ソース領域およびドレイン領域の高抵抗化をもたらす問題となっている。

【0017】

本発明はこのような問題点を解決するための技術であり、半導体膜の結晶化を助長する金属元素を用いて得られる結晶質半導体膜に残存する当該金属元素を効果的に除去し、また、十分な半導体膜の結晶性の回復および不純物元素の活性化を行なって、TFTを用いて作製するアクティブマトリクス型の液晶表示装置に代表される半導体装置において、半導体装置の動作特性および信頼性の向上を実

現することを目的としている。

【0018】

【課題を解決するための手段】

本発明は、ゲート電極の一部と重なる低濃度不純物領域の結晶性の回復及び不純物元素の活性化を行なうために、半導体膜が形成されている基板（以下、半導体膜基板と呼ぶ。）の裏面側（本明細書中では、膜が形成されている面と反対側の面と定義する。）に、反射膜が形成されている基板や反射率の高い材料で形成された反射板（以下、これらを反射体と呼ぶ。）を設置して、前記半導体膜基板の表面側（本明細書中では、膜が形成されている面と定義する。）からレーザー光を照射し、前記半導体膜基板を透過したレーザー光を前記反射体によって反射させ、再び前記半導体膜基板の裏面側からレーザー光を照射することを特徴とする。このとき、基板を450℃程度まで加熱してもよい。レーザー光の照射と同時に基板を加熱することで、半導体膜の結晶性の回復および不純物元素の活性化をより図ることができる。

【0019】

前記低濃度不純物元素領域は、一導電型の不純物が導入された領域である。一導電型不純物は15族に属する元素あるいは13族に属する元素が適用される。加えて、当該不純物領域に水素を添加してもよく、当該不純物領域には、一導電型の不純物、及び水素が共に含まれる。

【0020】

また、前記低濃度不純物領域は、15族に属する元素及び13族に属する元素を添加してもよく、当該不純物領域には、15族に属する元素、及び13族に属する元素が共に含まれる。

【0021】

また、前記低濃度不純物領域は、15族に属する元素、13族に属する元素、及び水素を添加してもよく、不純物領域には、15族に属する元素、13族に属する元素、及び水素が共に含まれる。

【0022】

さらに、本発明は、半導体膜に結晶化を助長する金属元素を用いて結晶化させ

、希ガス元素（希ガスとも呼ばれる）を添加した不純物領域を形成し、加熱処理により前記不純物領域に半導体膜に含まれる金属元素を偏析させてゲッタリングを行ない、続いて、半導体膜基板の裏面側に反射体を設置して、前記半導体膜基板の表面側からレーザ光を照射し、前記半導体膜基板の裏面側からレーザ光を照射することを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

前記希ガス元素を用いることで、不純物元素の導入量を低減することができる。そのため、ドーピング処理によるゲート絶縁膜および半導体膜およびその界面におけるダメージを低減することができ、トラップセンターを少なくすることができる。このことにより、TFTを作製したときの信頼性の向上を図ることができる。また、トラップセンターが少なくなることから、ゲート電極と低濃度領域のオーバーラップ領域の幅を小さくする事ができる。そのことから、トランジスタのさらなる微細化が可能となる。

【 0 0 2 4 】

前記希ガス元素はHe、Ne、Ar、Kr、Xeから選ばれた一種または複数種であり、これらのイオンを電界で加速して半導体膜に注入することにより、ダングリングボンドや格子歪みを形成してゲッタリングサイトを形成することができる。

【 0 0 2 5 】

また、希ガス元素を添加した不純物領域に一導電型の不純物を添加してもよく、当該不純物領域には、希ガス元素及び一導電型の不純物が共に含まれる。一導電型不純物は15族に属する元素あるいは13族に属する元素が適用される。加えて、当該不純物領域に水素を添加してもよく、当該不純物領域には、希ガス元素、一導電型の不純物、及び水素が共に含まれる。

【 0 0 2 6 】

また、希ガス元素を添加した不純物領域に15族に属する元素及び13族に属する元素を添加してもよく、当該不純物領域には、希ガス元素、15族に属する元素、及び13族に属する元素が共に含まれる。

【 0 0 2 7 】

また、希ガス元素を添加した不純物領域に 1 5 族に属する元素、1 3 族に属する元素、及び水素を添加してもよく、不純物領域には、希ガス元素、1 5 族に属する元素、1 3 族に属する元素、及び水素が共に含まれる。

【0 0 2 8】

また、前記半導体膜基板と前記反射体は接して設置しても良いし、離して設置しても良い。

【0 0 2 9】

また、前記反射体を形成する材料としては、耐熱性材料を用い、前記レーザービームに対する反射率が高いものを用いることを特徴とする。図 5 に示すように、タングステン (W)、タンタル (T a)、チタン (T i)、クロム (C r) や銀 (A g) から選ばれた元素、または前記元素を成分とする化合物或いは合金から形成してもよい。前記反射体として、基板上に反射膜を形成してもよいし、反射率の高い材料で形成された反射板を使用してもよい。

【0 0 3 0】

前記反射体において、レーザー光が反射する面は平面でもよいし、曲面としてもよい。前記レーザー光は基板上に形成された半導体膜の表面またはその近傍で集光する。また、前記レーザー光の一部は前記基板を透過し、反射体によって反射されて前記半導体膜の裏面側からも照射する。その際、前記反射体においてレーザー光が反射する面の形状が平面であると、前記反射体によって反射したレーザー光は前記半導体膜の表面側から入射したレーザー光より拡がる場合がある。そのため、前記反射体においてレーザー光が反射する面の形状を曲面とすれば、前記反射体によって反射し、かつ、集光されたレーザー光を前記半導体膜の裏面側から照射することができ、前記半導体膜に対する実効的なエネルギー密度をさらに高めることができる。前記曲面の曲率は、レーザー光の状態や前記基板と前記反射体との距離等によって異なるので、実施者が適宜決定すればよい。また、反射体の反射面に起伏部を設けてレーザー光を乱反射してもよい。

【0 0 3 1】

また、半導体膜が形成された基板に該基板の表面側からレーザー光を照射する際、前記基板および反射体は前記レーザー光に対して相対的に移動してもよいし、前

記基板のみが前記レーザ光および前記反射体に対して相対的に移動してもよい。

【0032】

また、本発明において用いるレーザ光は基板を透過することが必須条件である。そこで、図6（A）に波長に対する1737ガラス基板の透過率を、図6（B）波長に対する合成石英ガラス基板の透過率を示す。図6より、用いる基板にある程度の透過率を必要とするのなら、前記レーザビームの波長は300nm以上（好ましくは400nm以上）が望ましい。また、図6より、用いるレーザによって、基板を選択することが望ましい。例えば、XeClエキシマレーザ（波長308nm）を用いるなら、1737ガラス基板より合成石英ガラス基板の方が透過率が高いため、合成石英ガラス基板を用いる方が望ましい。さらに、用いるレーザはガスレーザより固体レーザが望ましい。ガスレーザに用いるガスは一般に非常に高価であり、ガス交換の頻度が高くなると製造コストの増加を招くという問題がある。また、レーザ発振を行なうレーザチューブや発振過程で生成した不要な化合物を除去するためのガス精製器などの付属機器の交換が2～3年に一度必要となる。これらの付属機器は高価なものが多く、やはり製造コストの増加を招くという問題がある。そのため、YAGレーザ等の固体レーザ（結晶ロッドを共振キャビティとしたレーザビームを出力するレーザ）を用いれば、ガスレーザに比べランニングコスト（ここでは稼働に伴い発生する費用を意味する）を低くすることができるためである。

【0033】

また、半導体膜基板に該半導体膜基板の表面側からレーザ光を照射する際、前記レーザ光を前記半導体膜基板に対して、斜めから照射しても良い。

【0034】

また、前記反射体は1度作製しておけば、何度でも利用することができる。

【0035】

また、半導体膜として非晶質半導体膜や結晶質半導体膜があり、非晶質珪素膜のほかに、非晶質珪素ゲルマニウム膜などの非晶質構造を有する化合物半導体膜を適用しても良い。

【0036】

以上のような本発明を適用することで、金属元素のゲッタリング、半導体膜の結晶性の回復および不純物元素の活性化が十分に行なわれた半導体膜を得ることができ、半導体装置の性能を大幅に向上させうる。例えば、T F T を例に挙げると、金属元素のゲッタリングが十分に行なわれることで、オフ電流値を低減させ、しかもオフ電流値のばらつきを抑えることを可能とする。また、半導体膜の結晶性の回復が十分に行なわれることで、チャネル形成領域が高抵抗領域となり、リーク電流を低下させることを可能とする。また、不純物元素の活性化が十分に行なわれることで、不純物元素が添加された領域を低抵抗領域にして L D D 領域、ソース領域およびドレイン領域として機能させることを可能とする。

【 0 0 3 7 】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態について説明する。図 1 (A) はレーザ照射装置の構成を示す図である。このレーザ照射装置は、レーザ発振器 1 0 1、レーザ発振器 1 0 1 を発振源とするレーザ光（好ましくは第 2 高調波）を線状に加工する光学系 2 0 1、透光性基板を固定するステージ 1 0 2 を有し、ステージ 1 0 2 にはヒータ 1 0 3 とヒータコントローラー 1 0 4 が具備されて、基板を 4 5 0 ° C まで加熱することができる。また、ステージ 1 0 2 上には反射体 1 0 5 が設けられ、その上に半導体膜が形成された基板 1 0 6 が設置される。

【 0 0 3 8 】

なお、レーザ発振器 1 0 1 から出力されたレーザ光を第 2 高調波または第 3 高調波に変調する場合は、レーザ発振器 1 0 1 の直後に非線形素子を含む波長変調器を設ければ良い。

【 0 0 3 9 】

次に、図 1 (A) のような構成のレーザ照射装置において、基板 1 0 6 の保持方法を図 1 (B) を用いて説明する。ステージ 1 0 2 に保持された基板 1 0 6 は、反応室 1 0 7 に設置され、レーザ 1 0 1 を発振源とする線状のレーザ光が照射される。反応室内は図示されていない排気系またはガス系により減圧状態または不活性ガス雰囲気とすることができ、半導体膜を汚染させることなく 1 0 0 ~ 4 5 0 ° C まで加熱することができる。

【0040】

また、ステージ102はガイドレール108に沿って反応室内を移動することができ、基板の全面に線状のレーザー光を照射することができる。レーザー光は基板106の上面に設けられた図示されていない石英製の窓から入射する。また、図1(B)ではこの反応室107にトランスファー室109、中間室110、ロード・アンロード室111が接続され、それぞれの室は仕切弁112、113で分離されている。

【0041】

ロード・アンロード室111には複数の基板を保持することが可能なカセット114が設置され、トランスファー室109に設けられた搬送ロボット115により基板が搬送される。基板106'は搬送中の基板を表す。このような構成とすることによりレーザーアニールを減圧下または不活性ガス雰囲気中で連続して処理することができる。

【0042】

次に、レーザー光を線状にする光学系201の構成について図2を用いて説明する。図2(A)は光学系201を側面から見た図であり、図2(B)は光学系201を上面から見た図である。

【0043】

レーザー101を発振源とするレーザー光はシリンドリカルアレイレンズ202により縦方向に分割される。この分割されたレーザー光はシリンドリカルレンズ203によりさらに横方向に分割される。即ち、レーザー光はシリンドリカルアレイレンズ202、203によって最終的にはマトリクス状に分割されることになる。

【0044】

そして、レーザー光はシリンドリカルレンズ204により一旦集光される。その際、シリンドリカルレンズ204の直後にシリンドリカルレンズ205を通る。その後、ミラー206で反射され、シリンドリカルレンズ207を通った後、照射面208に達する。

【0045】

このとき、照射面208に投影されたレーザー光は線状の照射面を示す。即ち、

シリンドリカルレンズ207を透過したレーザ光の断面形状は線状になっていることを意味する。この線状に加工されたレーザ光の幅方向（短い方向）の均質化は、シリンドリカルアレイレンズ202、シリンドリカルレンズ204及びシリンドリカルレンズ207で行われる。また、上記レーザ光の長さ方向（長い方向）の均質化は、シリンドリカルアレイレンズ203及びシリンドリカルレンズ205で行われる。

【0046】

次に、基板上に形成された半導体膜を裏面側からレーザ光を照射するための構成について図3を用いて説明する。図3に示したのは、図1における基板106と反射体105との位置関係を示す図である。

【0047】

図3において、311はGOLD構造のTFTのゲート電極まで形成されているものである。また、311の下にはレーザ光を反射させるための反射体312が配置される。

【0048】

ここで、TFTのゲート電極まで形成する方法について図4を用いて説明する。まず、透光性基板300はガラス基板、合成石英ガラス基板、結晶化ガラス基板若しくはプラスチック基板が用いられる。下地絶縁膜301は公知の手段（スパッタ法、LPCVD法、またはプラズマCVD法等）により、酸化珪素膜や窒化酸化珪素膜（ SiO_xN_y ）などの珪素を含む絶縁膜を用いれば良い。もちろん下地絶縁膜は単層でなく、積層としてもよい。

【0049】

そして、非晶質構造を有する半導体膜303を公知の手段（スパッタ法、LPCVD法、またはプラズマCVD法等）により、25～80nm（好ましくは30～60nm）の厚さで形成する。半導体膜の材料に限定はないが、好ましくは珪素または珪素ゲルマニウム（ SiGe ）合金などで形成するとよい。そして前記半導体膜に結晶化を助長する金属元素を添加して金属含有層304を形成し、加熱処理を行なって半導体膜を結晶化させる。もちろん、他の公知の結晶化法（レーザ結晶化法など）を組み合わせても良い。

【0050】

結晶化した半導体膜をパターニングした後、絶縁膜306を酸化珪素膜や窒化酸化珪素膜 (SiO_xN_y) などの珪素を含む絶縁膜などで形成し、導電膜306を形成する。導電膜の材料に特に限定はないが、Ta、W、Ti、Mo、Al、Cu、Cr、Ndから選ばれた元素、または前記元素を主成分とする合金材料若しくは化合物材料で形成してもよい。また、リン等の不純物元素をドーピングした結晶質珪素膜に代表される半導体膜を用いてもよい。また、AgPdCu合金を用いてもよい。もちろん、導電膜は単層ではなく、積層としてもよい。続いてエッチングを行なって端部にテーパーを有するゲート電極307を形成する。

【0051】

そして、ドーピング処理を行なって、不純物元素の導入を行なう。ドーピング処理は、イオンドープ法やイオン注入法などにより、希ガス元素から選ばれた一種または複数種の元素と、n型を付与する不純物元素またはp型を付与する不純物元素を導入する。希ガス元素から選ばれた一種または複数種の元素、n型を付与する不純物元素およびp型を付与する不純物元素を導入してもよい。加えて、水素を添加してもよい。もちろん、希ガス元素を導入する工程と、n型を付与する不純物元素またはp型を付与する不純物元素を導入する工程とを分けて行なっても良い。ドーピング処理により、不純物元素が高濃度に導入された領域303、ゲート電極の端部のテーパーにより低濃度に導入された領域304および不純物元素が導入されない領域（チャネル形成領域）305が形成される。そして、加熱処理を行なって、前記金属元素のゲッタリングを行なう。前記加熱処理により、チャネル形成領域から不純物元素が添加された領域へ金属元素が移動し、チャネル形成領域を高抵抗領域とすることができる。

【0052】

そして、希ガス元素が導入された領域の結晶性の回復を十分に行なうための方法を図3に示す。

【0053】

ここで、反射体312は表面（レーザ光の反射面）に金属膜を形成した基板であっても良いし、反射率の高い材料で形成された反射板であっても良い。この場

合、金属膜としては如何なる材料を用いても良い。代表的には、アルミニウム、銀、タングステン、チタン、タンタルのいずれかの元素を含む金属膜を用いる。

【0054】

また、反射体312を配置する代わりに、基板300の裏面（表面の反対側の面）に直接上述のような金属膜を形成し、そこでレーザ光を反射させることも可能である。但し、その構成は半導体装置の作製過程で裏面に形成した金属膜が除去されないことが前提である。

【0055】

そして、図2で説明した光学系201（図中ではシンドリカルレンズ207のみを示す。）を経由して線状に加工されたレーザ光が、ゲート電極307の下方の半導体膜にも照射される。

【0056】

このとき、半導体膜に照射されるレーザ光には、シンドリカルレンズ207を通過して直接照射されるレーザ光313と、反射体312で一旦反射されて半導体膜へ照射されるレーザ光314とがある。なお、本明細書中では、反射体の表面に照射されるレーザ光を第1のレーザ光と呼び、反射体によって反射されるレーザ光を第2のレーザ光と呼ぶ。

【0057】

シンドリカルレンズ207を通過したレーザ光は、集光される過程で基板表面に対して45～90°の入射角を持つ。そのため、第2のレーザ光314は半導体膜の裏面側にも回り込んで照射される。また、反射体312の反射面に起伏部を設けてレーザ光を乱反射させることで、第2のレーザ光314をさらに効率良く得ることができる。また、反射体312の反射面を曲面（例えば、凹面）にすれば、レーザ光を集光しながら半導体膜に照射することができ、効率が良い。

【0058】

以上のように、本発明によれば、固体レーザを発振源とするレーザ光を線状に加工することが可能であり、且つ、そのレーザ光を第1のレーザ光および第2のレーザ光に分光して、半導体膜の裏面に照射することが可能である。さらに、ソース領域およびドレイン領域はLDD領域に比べて低抵抗領域でなくてはならな

いが、第1のレーザ光および第2のレーザ光が照射されるため、不純物元素を活性化が十分行なわれることになる。

【0059】

さらに、レーザ照射装置のステージ102にはヒータ103とヒータコントローラー104が具備されているため、基板を100～450℃まで加熱しながら、レーザ光を照射することが可能となり、さらに効率良く結晶性の回復および不純物元素の活性化を行なうことができる。

【0060】

また、図19に示すように、半導体膜基板に対してレーザ光を斜めから照射すれば、第2のレーザ光はゲート電極と重なる半導体膜により照射されやすくなり、前記半導体膜の結晶性の回復および不純物元素の活性化が十分に行なわれることになる。

【0061】

以上の構成でなる本発明について、以下に示す実施例でもってさらに詳細な説明を行なうこととする。

【0062】

【実施例】

〔実施例1〕

本発明の実施例について説明する。図1(A)はレーザ照射装置の構成を示す図である。このレーザ照射装置は、レーザ発振器101、レーザ発振器101を発振源とするレーザ光（好ましくは第2高調波）を線状に加工する光学系201、透光性基板を固定するステージ102を有し、ステージ102にはヒータ103とヒータコントローラー104が具備されて、基板を100～450℃まで加熱することができる。また、ステージ102上には反射体105が設けられ、その上に半導体膜が形成された基板106が設置される。

【0063】

なお、レーザ発振器101から出力されたレーザ光を第2高調波または第3高調波に変調する場合は、レーザ発振器101の直後に非線形素子を含む波長変調器を設ければ良い。本実施例ではレーザ発振器101として、Nd:YAGレー

ザを用い、非線形光学素子によって第2高調波に変調したレーザ光を用いた。しかしながら、Nd:YAGレーザはコヒーレント性の高いレーザであるため、光学系201の前に薄膜偏光素子(TFP; Thin Film Polarizer)および偏光板などを設置して、レーザ発振器101から発振されたレーザ光の一部に光路長を追加し、照射面における干渉を防ぐことが望ましい。

【0064】

次に、図1(A)のような構成のレーザ照射装置において、基板106の保持方法を図1(B)を用いて説明する。ステージ102に保持された基板106は、反応室107に設置され、レーザ101を発振源とする線状のレーザ光が照射される。反応室内は図示されていない排気系またはガス系により減圧状態または不活性ガス雰囲気とすることができ、半導体膜を汚染させることなく100~450℃まで加熱することができる。

【0065】

また、ステージ102はガイドレール108に沿って反応室内を移動することができ、基板の全面に線状のレーザ光を照射することができる。レーザ光は基板106の上面に設けられた図示されていない石英製の窓から入射する。また、図1(B)ではこの反応室107にトランスファー室109、中間室110、ロード・アンロード室111が接続され、それぞれの室は仕切弁112、113で分離されている。

【0066】

ロード・アンロード室111には複数の基板を保持することが可能なカセット114が設置され、トランスファー室109に設けられた搬送ロボット115により基板が搬送される。基板106'は搬送中の基板を表す。このような構成とすることによりレーザアニールを減圧下または不活性ガス雰囲気中で連続して処理することができる。

【0067】

次に、レーザ光を線状にする光学系201の構成について図2を用いて説明する。図2(A)は光学系201を側面から見た図であり、図2(B)は光学系201を上面から見た図である。

【 0 0 6 8 】

レーザ 1 0 1 を発振源とするレーザ光はシリンドリカルアレイレンズ 2 0 2 により縦方向に分割される。この分割されたレーザ光はシリンドリカルレンズ 2 0 3 によりさらに横方向に分割される。即ち、レーザ光はシリンドリカルアレイレンズ 2 0 2、2 0 3 によって最終的にはマトリクス状に分割されることになる。

【 0 0 6 9 】

そして、レーザ光はシリンドリカルレンズ 2 0 4 により一旦集光される。その際、シリンドリカルレンズ 2 0 4 の直後にシリンドリカルレンズ 2 0 5 を通る。その後、ミラー 2 0 6 で反射され、シリンドリカルレンズ 2 0 7 を通った後、照射面 2 0 8 に達する。

【 0 0 7 0 】

このとき、照射面 2 0 8 に投影されたレーザ光は線状の照射面を示す。即ち、シリンドリカルレンズ 2 0 7 を透過したレーザ光の断面形状は線状になっていることを意味する。この線状に加工されたレーザ光の幅方向（短い方向）の均質化は、シリンドリカルアレイレンズ 2 0 2、シリンドリカルレンズ 2 0 4 及びシリンドリカルレンズ 2 0 7 で行われる。また、上記レーザ光の長さ方向（長い方向）の均質化は、シリンドリカルアレイレンズ 2 0 3 及びシリンドリカルレンズ 2 0 5 で行われる。

【 0 0 7 1 】

次に、基板上に形成された半導体膜を裏面側からレーザ光を照射するための構成について図 3 を用いて説明する。図 3 に示したのは、図 1 における基板 1 0 6 と反射体 1 0 5 との位置関係を示す図である。

【 0 0 7 2 】

図 3 において、3 1 1 は T F T のゲート電極まで形成されているものである。また、3 1 1 の下にはレーザ光を反射させるための反射体 3 1 2 が配置される。

【 0 0 7 3 】

ここで、T F T のゲート電極まで形成する方法について図 4 を用いて説明する。まず、透光性基板 3 0 0 はガラス基板、合成石英ガラス基板、結晶化ガラス基板若しくはプラスチック基板が用いられる。本実施例では透光性基板として合成

石英ガラス基板を用いる。

【0074】

そして、下地絶縁膜301は公知の手段（スパッタ法、LPCVD法、またはプラズマCVD法等）により、酸化珪素膜や窒化酸化珪素膜（ SiO_xN_y ）などの珪素を含む絶縁膜を用いれば良い。もちろん下地絶縁膜は単層でなく、積層としてもよい。本実施例では、プラズマCVD法により膜厚150nmの酸化珪素膜を形成する。

【0075】

そして、非晶質構造を有する半導体膜303を公知の手段（スパッタ法、LPCVD法、またはプラズマCVD法等）により、25～80nm（好ましくは30～60nm）の厚さで形成する。半導体膜の材料に限定はないが、好ましくは珪素または珪素ゲルマニウム（ SiGe ）合金などで形成するとよい。本実施例では、プラズマCVD法により、膜厚50nmの非晶質珪素膜を形成する。そして前記半導体膜に結晶化を助長する金属元素を添加して金属含有層304を形成する。前記金属元素の導入する方法は、プラズマ処理や蒸着、スパッタ法、イオン注入、溶液塗布等を利用すればよい。本実施例では、酢酸ニッケル水溶液（重量換算濃度5ppm、体積5ml）を前記非晶質珪素膜表面にスピコート法にて塗布する。そして、加熱処理を行なって半導体膜を結晶化させる。加熱時間や温度は、半導体膜や添加する金属元素によるので、実施者が適宜決定すれば良い。本実施例では、550℃の窒素雰囲気中に4時間曝す。結晶化した半導体膜のパターニング後、絶縁膜306を公知の手段（スパッタ法、LPCVD法、またはプラズマCVD法等）により、酸化珪素膜や窒化酸化珪素膜（ SiO_xN_y ）などの珪素を含む絶縁膜などで形成する。

【0076】

続いて、導電膜306を形成する。導電膜の材料に特に限定はないが、Ta、W、Ti、Mo、Al、Cu、Cr、Ndから選ばれた元素、または前記元素を主成分とする合金材料若しくは化合物材料で形成してもよい。また、リン等の不純物元素をドーピングした結晶質珪素膜に代表される半導体膜を用いてもよい。また、AgPdCu合金を用いてもよい。もちろん、導電膜は単層ではなく、

積層としてもよい。本実施例では、膜厚400nmのW膜からなる導電膜306を形成する。W膜は、Wのターゲットを用いたスパッタ法で形成する。その他に6フッ化タングステン (WF_6) を用いる熱CVD法で形成することもできる。

【0077】

続いてエッチングを行なって端部にテーパーを有するゲート電極307を形成する。フォトリソグラフィ法を用いてレジストからなるマスク（図示せず）を形成し、電極及び配線を形成するためのエッチング処理を行なう。本実施例ではエッチング処理として、ICP（Inductively Coupled Plasma：誘導結合型プラズマ）エッチング法を用い、エッチング用ガスに CF_4 と Cl_2 と O_2 とを用い、それぞれのガス流量比を25/25/10（sccm）とし、1Paの圧力でコイル型の電極に500WのRF（13.56MHz）電力を投入してプラズマを生成してエッチングを行なった。ここでは、松下電器産業（株）製のICPを用いたドライエッチング装置（Model E645-□ICP）を用いた。基板側（試料ステージ）にも150WのRF（13.56MHz）電力を投入し、実質的に負の自己バイアス電圧を印加する。このエッチング処理によりW膜をエッチングして導電層の端部をテーパー形状とする。なお、ゲート絶縁膜上に残渣を残すことなくエッチングするためには、10～20%程度の割合でエッチング時間を増加させると良い。上記エッチング処理では、レジストからなるマスクの形状に適したものとすることにより、基板側に印加するバイアス電圧の効果により導電層の端部がテーパー形状となる。このテーパー部の角度は15～45°となる。305はゲート絶縁膜であり、導電層306で覆われない領域は20～50nm程度エッチングされ薄くなった領域が形成される。

【0078】

そして、ドーピング処理を行なって、不純物元素の導入を行なう。ドーピング処理は、イオンドープ法やイオン注入法などにより、希ガス元素から選ばれた一種または複数種の元素と、n型を付与する不純物元素またはp型を付与する不純物元素を導入する。希ガス元素から選ばれた一種または複数種の元素、n型を付与する不純物元素およびp型を付与する不純物元素を導入してもよい。加えて、水素を添加してもよい。もちろん、希ガス元素を導入する工程と、n型を付与

する不純物元素またはp型を付与する不純物元素を導入する工程とを分けて行なっても良い。ドーピング処理により、不純物元素が高濃度に導入された領域303、ゲート電極の端部のテーパーにより低濃度に導入された領域304および不純物元素が導入されない領域（チャンネル形成領域）305が形成される。本実施例では、15族に属する元素としてリンを、希ガス元素としてアルゴンを用いた。リンの注入条件は、水素で希釈された5%の PH_3 を用い、加速電圧80 keV、ドーズ量 $1.5 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ とした。注入に要する時間は約8分であり、結晶質半導体膜には平均濃度で $2 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ のリンを注入することができる。一方、アルゴンは90 keVの加速電圧で、 $2 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ のドーズ量で注入した。

【0079】

続いて、加熱処理を行なって、前記金属元素のゲッタリングを行なう。前記加熱処理により、チャンネル形成領域から不純物元素が添加された領域へ金属元素が移動し、チャンネル形成領域を高抵抗領域とすることができる。本実施例では、窒素雰囲気中、550℃にて4時間の加熱処理を行ってゲッタリングを行った。

【0080】

そして、希ガス元素が導入された領域の結晶性の回復を十分に行なうための方法を図3に示す。

【0081】

ここで、反射体312は表面（レーザ光の反射面）に金属膜を形成した基板であっても良いし、反射率の高い材料で形成された反射板であっても良い。この場合、金属膜としては如何なる材料を用いても良い。代表的には、アルミニウム、銀、タングステン、チタン、タンタルのいずれかの元素を含む金属膜を用いる。

【0082】

また、反射体312を配置する代わりに、基板300の裏面（表面の反対側の面）に直接上述のような金属膜を形成し、そこでレーザ光を反射させることも可能である。但し、その構成は半導体装置の作製過程で裏面に形成した金属膜が除去されないことが前提である。本実施例では、合成石英ガラス基板にアルミニウムをスパッタにより成膜したものを反射体として用いる。

【0083】

そして、図2で説明した光学系201（図中ではシリンドリカルレンズ207のみを示す。）を経由して線状に加工されたレーザ光が、ゲート電極307の下方の半導体膜にも照射される。

【0084】

このとき、半導体膜に照射されるレーザ光には、シリンドリカルレンズ207を通過して直接照射されるレーザ光313と、反射体312で一旦反射されて半導体膜へ照射されるレーザ光314とがある。なお、本明細書中では、反射体の表面に照射されるレーザ光を第1のレーザ光と呼び、反射体によって反射されるレーザ光を第2のレーザ光と呼ぶ。

【0085】

シリンドリカルレンズ207を通過したレーザ光は、集光される過程で基板表面に対して45～90°の入射角を持つ。そのため、第2のレーザ光314は半導体膜の裏面側にも回り込んで照射される。また、反射体312の反射面に起伏部を設けてレーザ光を乱反射させることで、第2のレーザ光314をさらに効率良く得ることができる。また、反射体312の反射面を凹面にすれば、レーザ光を集光しながら半導体膜に照射することができ、効率が良い。

【0086】

以上のように、本実施例によれば、固体レーザを発振源とするレーザ光を線状に加工することが可能であり、且つ、そのレーザ光を第1のレーザ光および第2のレーザ光に分光して、半導体膜の裏面に照射することが可能である。さらに、ソース領域およびドレイン領域はLDD領域に比べて低抵抗領域でなくてはならないが、第1のレーザ光および第2のレーザ光が照射されるため、結晶性の回復および不純物元素を活性化が十分行なわれることになる。

【0087】

さらに、レーザ照射装置のステージ102にはヒータ103とヒータコントローラ104が具備されているため、基板を450℃程度まで加熱しながら、レーザ光を照射することが可能となり、さらに効率良く結晶性の回復および不純物元素の活性化を行なうことができる。

【0088】

〔実施例 2〕

本実施例では、実施例 1 とは異なる作製工程を経た半導体膜基板にレーザアニールを行なう場合について説明する。

【0089】

ここで、TFT のゲート電極まで形成する方法について図 7 を用いて説明する。まず、実施例 1 にしたがって、図 4 (A) の状態を得る。なお、図 7 (A) は図 4 (A) と同じ状態を示している。

【0090】

そして、第 1 の加熱処理を行なって半導体膜を結晶化させる。加熱時間や温度は、半導体膜や添加する金属元素によるので、実施者が適宜決定すれば良い。本実施例では、550℃の窒素雰囲気中に 4 時間曝す。

【0091】

続いて、マスク 755 を形成して、第 1 のドーピング処理を行ない、半導体膜に選択的に不純物元素を導入する。ドーピング処理は、イオンドープ法やイオン注入法などにより、希ガス元素から選ばれた一種または複数種の元素と、n 型を付与する不純物元素または p 型を付与する不純物元素を導入する。希ガス元素から選ばれた一種または複数種の元素、n 型を付与する不純物元素および p 型を付与する不純物元素を導入してもよい。加えて、水素を添加してもよい。本実施例では、イオンドープ法によりアルゴンを 90 keV の加速電圧で、 $2 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ のドーズ量で注入する。

【0092】

そして、第 2 の加熱処理を行なって、結晶化を助長するために用いた金属元素を不純物元素が導入された領域へ移動させる（ゲッタリング）。本実施例では、窒素雰囲気中、550℃にて 4 時間の加熱処理を行ってゲッタリングを行なう。

【0093】

金属元素がゲッタリングされた領域をエッチングし、またマスクを除去して、半導体層を形成する。そして、絶縁膜 758 を公知の手段（スパッタ法、LPCVD 法、またはプラズマ CVD 法等）により、酸化珪素膜や窒化酸化珪素膜（ SiO_xN_y ）などの珪素を含む絶縁膜などで形成する。

【0094】

続いて、導電膜759を形成する。導電膜の材料に特に限定はないが、Ta、W、Ti、Mo、Al、Cu、Cr、Ndから選ばれた元素、または前記元素を主成分とする合金材料若しくは化合物材料で形成してもよい。また、リン等の不純物元素をドーピングした結晶質珪素膜に代表される半導体膜を用いてもよい。また、AgPdCu合金を用いてもよい。もちろん、導電膜は単層ではなく、積層としてもよい。本実施例では、膜厚400nmのW膜からなる導電膜756を形成した。W膜は、Wのターゲットを用いたスパッタ法で形成する。

【0095】

続いてエッチングを行なって端部にテーパーを有するゲート電極760を形成する。フォトリソグラフィ法を用いてレジストからなるマスク（図示せず）を形成し、電極及び配線を形成するためのエッチング処理を行なう。該エッチング処理では、レジストからなるマスクの形状を適したものとするることにより、基板側に印加するバイアス電圧の効果により導電層の端部がテーパー形状となる。このテーパー部の角度は15～45°となる。708はゲート絶縁膜であり、導電層760で覆われない領域は20～50nm程度エッチングされ薄くなった領域が形成される。

【0096】

そして、ドーピング処理を行なって不純物元素の導入を行なう。ドーピング処理は、イオンドープ法やイオン注入法などにより、n型を付与する不純物元素またはp型を付与する不純物元素を導入する。ドーピング処理により、不純物元素が高濃度に導入された領域761、ゲート電極の端部のテーパーにより低濃度に導入された領域762および不純物元素が導入されない領域（チャネル形成領域）763が形成される。本実施例では、15族に属する元素としてリンを用いた。リンの注入条件は、水素で希釈された5%の PH_3 を用い、加速電圧80keV、ドーズ量 $1.5 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ とした。注入に要する時間は約8分であり、結晶質半導体膜には平均濃度で $2 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ のリンを注入することができる。

【0097】

そして、加熱処理を行なって、前記金属元素のゲッタリングを行なう。前記加

熱処理により、チャネル形成領域から不純物元素が添加された領域へ金属元素が移動し、チャネル形成領域を高抵抗領域とすることができる。本実施例では、窒素雰囲気中、550℃にて4時間の加熱処理を行ってゲッタリングを行った。

【0098】

そして、実施例1で説明した図3に示す方法で、不純物元素が導入された領域の結晶性の回復および不純物元素の活性化を行なう。

【0099】

ここで、反射体312は表面（レーザ光の反射面）に金属膜を形成した基板であっても良いし、反射率の高い材料で形成された反射板であっても良い。この場合、金属膜としては如何なる材料を用いても良い。代表的には、アルミニウム、銀、タングステン、チタン、タンタルのいずれかの元素を含む金属膜を用いる。

【0100】

さらに、レーザ照射装置のステージ102にはヒータ103とヒータコントローラ104が具備されているため、基板を450℃程度まで加熱しながら、レーザ光を照射することが可能となり、さらに効率良く結晶性の回復および不純物元素の活性化を行なうことができる。

【0101】

〔実施例3〕

本実施例では、実施例1および実施例2とは異なる作製工程を経た半導体膜基板にレーザアニールを行なう場合について説明する。

【0102】

ここで、TFTのゲート電極まで形成する方法について図20を用いて説明する。まず、実施例1にしたがって、図4（A）の半導体膜303が形成された状態を得る。なお、図4（A）と対応する部分には図20（A）において同じ符号を用いている。

【0103】

そして、開口部を有する絶縁膜770を公知の手段（スパッタ法、LPCVD法、またはプラズマCVD法等）により、酸化珪素膜や窒化酸化珪素膜（ SiO_xN_y ）などの珪素を含む絶縁膜で形成した後、結晶化を助長する金属元素を添

加して金属含有層 3 0 4 を形成する。前記金属元素の導入する方法は、プラズマ処理や蒸着、スパッタ法、イオン注入、溶液塗布等を利用すればよい。第 1 の加熱処理を行なって半導体膜を結晶化させる。加熱時間や温度は、半導体膜や添加する金属元素によるので、実施者が適宜決定すれば良い。本実施例では、5 5 0℃の窒素雰囲気中に 4 時間曝す。

【 0 1 0 4 】

続いて、第 1 のドーピング処理を行ない、半導体膜に選択的に不純物元素を導入する。ドーピング処理は、イオンドープ法やイオン注入法などにより、希ガス元素から選ばれた一種または複数種の元素を導入する。または、希ガス元素から選ばれた一種または複数種の元素と、n 型を付与する不純物元素または p 型を付与する不純物元素を導入してもよい。希ガス元素から選ばれた一種または複数種の元素、n 型を付与する不純物元素および p 型を付与する不純物元素を導入してもよい。加えて、水素を添加してもよい。本実施例では、イオンドープ法によりアルゴンを 9 0 keV の加速電圧で、 $2 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ のドーズ量で注入する。

【 0 1 0 5 】

そして、第 2 の加熱処理を行なって、結晶化を助長するために用いた金属元素を不純物元素が導入された領域へ移動させる（ゲッタリング）。本実施例では、窒素雰囲気中、5 5 0℃にて 4 時間の加熱処理を行ってゲッタリングを行なう。

【 0 1 0 6 】

絶縁膜 7 7 0 および半導体膜の一部エッチングして、半導体層 7 7 3 を形成する。そして、絶縁膜 7 7 4 を公知の手段（スパッタ法、LPCVD 法、またはプラズマ CVD 法等）により、酸化珪素膜や窒化酸化珪素膜（ SiO_xN_y ）などの珪素を含む絶縁膜などで形成する。

【 0 1 0 7 】

続いて、導電膜 7 7 5 を形成する。導電膜の材料に特に限定はないが、Ta、W、Ti、Mo、Al、Cu、Cr、Nd から選ばれた元素、または前記元素を主成分とする合金材料若しくは化合物材料で形成してもよい。また、リン等の不純物元素をドーピングした結晶質珪素膜に代表される半導体膜を用いてもよい。また、AgPdCu 合金を用いてもよい。もちろん、導電膜は単層ではなく、積

層としてもよい。本実施例では、膜厚400nmのW膜からなる導電膜775を形成する。

【0108】

続いてエッチングを行なって端部にテーパーを有するゲート電極776を形成する。フォトリソグラフィ法を用いてレジストからなるマスク（図示せず）を形成し、電極及び配線を形成するためのエッチング処理を行なう。該エッチング処理では、レジストからなるマスクの形状に適したものとすることにより、基板側に印加するバイアス電圧の効果により導電層の端部がテーパー形状となる。このテーパー部の角度は $15 \sim 45^\circ$ となる。708はゲート絶縁膜であり、導電層760で覆われない領域は20～50nm程度エッチングされ薄くなった領域が形成される。

【0109】

そして、第2のドーピング処理を行なって不純物元素の導入を行なう。ドーピング処理は、イオンドープ法やイオン注入法などにより、n型を付与する不純物元素またはp型を付与する不純物元素を導入する。ドーピング処理により、不純物元素が高濃度に導入された領域777、ゲート電極の端部のテーパーにより低濃度に導入された領域778および不純物元素が導入されない領域（チャネル形成領域）779が形成される。本実施例では、n型を付与する不純物元素としてリンを用いた。リンの注入条件は、水素で希釈された5%の PH_3 を用い、加速電圧80keV、ドーズ量 $1.5 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ とした。注入に要する時間は約8分であり、結晶質半導体膜には平均濃度で $2 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ のリンを注入することができる。

【0110】

そして、実施例1で説明した図3に示す方法で、不純物元素が導入された領域の結晶性の回復および不純物元素の活性化を行なう。

【0111】

ここで、反射体312は表面（レーザ光の反射面）に金属膜を形成した基板であっても良いし、反射率の高い材料で形成された反射板であっても良い。この場合、金属膜としては如何なる材料を用いても良い。代表的には、アルミニウム、

銀、タングステン、チタン、タンタルのいずれかの元素を含む金属膜を用いる。

【0112】

さらに、レーザ照射装置のステージ102にはヒータ103とヒータコントローラ104が具備されているため、基板を100～450℃まで加熱しながら、レーザ光を照射することが可能となり、さらに効率良く結晶性の回復および不純物元素の活性化を行なうことができる。

【0113】

[実施例4]

本実施例では、実施例1乃至3とは異なる作製工程を経た半導体膜基板にレーザアニールを行なう場合について説明する。

【0114】

まず、TFTのゲート電極まで形成する方法について図4を用いて説明する。透光性基板300はガラス基板、合成石英ガラス基板、結晶化ガラス基板若しくはプラスチック基板が用いられる。本実施例では透光性基板として合成石英ガラス基板を用いる。

【0115】

導電膜を形成し、エッチングを行なって所望の形状の導電膜780を形成する。導電膜の材料に特に限定はないが、Ta、W、Ti、Mo、Al、Cu、Cr、Ndから選ばれた元素、または前記元素を主成分とする合金材料若しくは化合物材料で形成してもよい。また、リン等の不純物元素をドーピングした結晶質珪素膜に代表される半導体膜を用いてもよい。また、AgPdCu合金を用いてもよい。もちろん、導電膜は単層ではなく、積層としてもよい。本実施例では、膜厚400nmのW膜からなる導電膜306を形成する。W膜は、Wのターゲットを用いたスパッタ法で形成する。その他に6フッ化タングステン(WF₆)を用いる熱CVD法で形成することもできる。

【0116】

そして、絶縁膜781は公知の手段（スパッタ法、LPCVD法、またはプラズマCVD法等）により、酸化珪素膜や窒化酸化珪素膜(SiO_xN_y)などの珪素を含む絶縁膜を用いれば良い。もちろん絶縁膜は単層でなく、積層としても

よい。本実施例では、プラズマCVD法により膜厚150nmの酸化珪素膜を形成する。

【0117】

続いて、非晶質構造を有する半導体膜303を公知の手段（スパッタ法、LP CVD法、またはプラズマCVD法等）により、25～80nm（好ましくは30～60nm）の厚さで形成する。半導体膜の材料に限定はないが、好ましくは珪素または珪素ゲルマニウム（SiGe）合金などで形成するとよい。本実施例では、プラズマCVD法により、膜厚50nmの非晶質珪素膜を形成する。そして公知の結晶化法を行なって前記半導体膜を結晶化させる。本実施例では、酢酸ニッケル水溶液（重量換算濃度5ppm、体積5ml）を前記非晶質珪素膜表面にスピコート法にて塗布し、550℃の窒素雰囲気中に4時間曝す。加熱時間や温度は、半導体膜や添加する金属元素によるので、実施者が適宜決定すれば良い。

【0118】

続いて、マスク784を形成して、ドーピング処理を行ない、半導体膜に選択的に不純物元素を導入する。ドーピング処理は、イオンドープ法やイオン注入法などにより、希ガス元素から選ばれた一種または複数種の元素と、n型を付与する不純物元素またはp型を付与する不純物元素を導入する。希ガス元素から選ばれた一種または複数種の元素、n型を付与する不純物元素およびp型を付与する不純物元素を導入してもよい。加えて、水素を添加してもよい。本実施例では、n型を付与する不純物元素としてリンを、希ガス元素としてアルゴンを用いた。リンの注入条件は、水素で希釈された5%の PH_3 を用い、加速電圧80keV、ドーズ量 $1.5 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ とした。注入に要する時間は約8分であり、結晶質半導体膜には平均濃度で $2 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ のリンを注入することができる。一方、アルゴンは90keVの加速電圧で、 $2 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ のドーズ量で注入する。

【0119】

本実施例のように、半導体膜を結晶化させるために金属元素を用いた場合は、加熱処理を行なって、前記金属元素のゲッタリングを行なうことが望ましい。前記加熱処理により、チャネル形成領域から不純物元素が添加された領域へ金属元

素が移動し、チャネル形成領域を高抵抗領域とすることができる。本実施例では、窒素雰囲気中、550℃にて4時間の加熱処理を行ってゲッタリングを行なう。

【0120】

そして、マスクを除去し、また、活性領域となる半導体層を形成した後、実施例1乃至3と同様に、希ガス元素が導入された領域の結晶性の回復を十分に行なうためにレーザアニールを行なう。(図23(D))

【0121】

ここで、反射体312は表面(レーザ光の反射面)に金属膜を形成した基板であっても良いし、反射率の高い材料で形成された反射板であっても良い。この場合、金属膜としては如何なる材料を用いても良い。代表的には、アルミニウム、銀、タングステン、チタン、タンタルのいずれかの元素を含む金属膜を用いる。

【0122】

そして、図2で説明した光学系201(図中ではシリンドリカルレンズ207のみを示す。)を経由して線状に加工されたレーザ光が、半導体膜を裏面からも照射する。このような照射方法を適用することで、導電層780は熱伝導性が高いため、レーザアニールによる熱が逃げやすい。そのため、基板の裏面側からも照射することで、レーザアニールを効果的に行なうことが可能となる。

【0123】

さらに、レーザ照射装置のステージ102にはヒータ103とヒータコントローラ104が具備されているため、基板を450℃程度まで加熱しながら、レーザ光を照射することが可能となり、さらに効率良く結晶性の回復および不純物元素の活性化を行なうことができる。

【0124】

[実施例5]

本実施例ではアクティブマトリクス基板の作製方法について図8～図12を用いて説明する。

【0125】

まず、本実施例ではコーニング社の#7059ガラスや#1737ガラスなど

に代表されるバリウムホウケイ酸ガラス、またはアルミノホウケイ酸ガラスなどのガラスからなる基板320を用いる。なお、基板320としては、石英基板やシリコン基板、金属基板またはステンレス基板の表面に絶縁膜を形成したものをを用いても良い。また、本実施例の処理温度に耐えうる耐熱性が有するプラスチック基板を用いてもよい。

【0126】

次いで、基板320上に酸化珪素膜、窒化珪素膜または酸化窒化珪素膜などの絶縁膜から成る下地膜321を形成する。本実施例では下地膜321として2層構造を用いるが、前記絶縁膜の単層膜または2層以上積層させた構造を用いても良い。下地膜301の一層目としては、プラズマCVD法を用い、 SiH_4 、 NH_3 、及び N_2O を反応ガスとして成膜される酸化窒化珪素膜321aを10~200nm（好ましくは50~100nm）形成する。本実施例では、膜厚50nmの酸化窒化珪素膜301a（組成比 $\text{Si}=32\%$ 、 $\text{O}=27\%$ 、 $\text{N}=24\%$ 、 $\text{H}=17\%$ ）を形成した。次いで、下地膜301の二層目としては、プラズマCVD法を用い、 SiH_4 、及び N_2O を反応ガスとして成膜される酸化窒化珪素膜321bを50~200nm（好ましくは100~150nm）の厚さに積層形成する。本実施例では、膜厚100nmの酸化窒化珪素膜321b（組成比 $\text{Si}=32\%$ 、 $\text{O}=59\%$ 、 $\text{N}=7\%$ 、 $\text{H}=2\%$ ）を形成する。

【0127】

次いで、下地膜上に半導体膜322を形成する。半導体膜322は、非晶質構造を有する半導体膜を公知の手段（スパッタ法、LPCVD法、またはプラズマCVD法等）により、25~80nm（好ましくは30~60nm）の厚さで形成する。半導体膜の材料に限定はないが、好ましくは珪素または珪素ゲルマニウム（ SiGe ）合金などで形成すると良い。続いて、ニッケルなどの触媒を用いた熱結晶化法を行なう。もちろん、ニッケルなどの触媒を用いた熱結晶化法と、他の公知の結晶化処理（レーザ結晶化法、熱結晶化法等）を組み合わせても良い。を行って得られた結晶質半導体膜を所望の形状にパターニングして、半導体層402~406を形成する。本実施例では、プラズマCVD法を用い、55nmの非晶質珪素膜を成膜した後、ニッケルを含む溶液を非晶質珪素膜上に保持させ

る。この非晶質珪素膜に脱水素化（500℃、1時間）を行った後、加熱処理（550℃、4時間）を行ない、結晶質珪素膜を形成した。そして、この結晶質珪素膜をフォトリソグラフィ法を用いたパターニング処理によって、半導体層402～406を形成する。

【0128】

また、半導体膜の結晶化にレーザ結晶化法も適用する場合には、パルス発振型または連続発光型のエキシマレーザやYAGレーザ、YVO₄レーザ等を用いることができる。これらのレーザを用いる場合には、レーザ発振器から放射されたレーザビームを光学系で線状に集光し半導体膜に照射する方法を用いると良い。結晶化の条件は実施者が適宜選択するものであるが、エキシマレーザを用いる場合はパルス発振周波数300Hzとし、レーザーエネルギー密度を100～800mJ/cm²（代表的には200～700mJ/cm²）とする。また、YAGレーザを用いる場合にはその第2高調波を用いパルス発振周波数1～300Hzとし、レーザーエネルギー密度を300～1000mJ/cm²（代表的には350～800mJ/cm²）とすると良い。そして幅100～1000μm、例えば400μmで線状に集光したレーザビームを基板全面に渡って照射し、この時の線状レーザビームの重ね合わせ率（オーバーラップ率）を50～98%として行ってもよい。

【0129】

半導体層402～406を形成した後、TFTのしきい値を制御するために微量な不純物元素（ボロンまたはリン）のドーピングを行なってもよい。

【0130】

次いで、半導体層402～406を覆うゲート絶縁膜407を形成する。ゲート絶縁膜407はプラズマCVD法またはスパッタ法を用い、厚さを40～150nmとして珪素を含む絶縁膜で形成する。本実施例では、プラズマCVD法により110nmの厚さで酸化窒化珪素膜（組成比Si=32%、O=59%、N=7%、H=2%）で形成した。もちろん、ゲート絶縁膜は酸化窒化珪素膜に限定されるものでなく、他の珪素を含む絶縁膜を単層または積層構造として用いても良い。

【0131】

また、酸化珪素膜を用いる場合には、プラズマCVD法でTEOS (Tetraethyl Orthosilicate) と O_2 とを混合し、反応圧力40Pa、基板温度300～400℃とし、高周波(13.56MHz)電力密度0.5～0.8W/cm²で放電させて形成することができる。このようにして作製される酸化珪素膜は、その後400～500℃の熱アニールによりゲート絶縁膜として良好な特性を得ることができる。

【0132】

次いで、図8(B)に示すように、ゲート絶縁膜407上に膜厚20～100nmの第1の導電膜408と、膜厚100～400nmの第2の導電膜409とを積層形成する。本実施例では、膜厚30nmのTa₂N膜からなる第1の導電膜408と、膜厚370nmのW膜からなる第2の導電膜409を積層形成した。Ta₂N膜はスパッタ法で形成し、Taのターゲットを用い、窒素を含む雰囲気内でスパッタした。また、W膜は、Wのターゲットを用いたスパッタ法で形成した。その他に6フッ化タングステン(WF₆)を用いる熱CVD法で形成することもできる。いずれにしてもゲート電極として使用するためには低抵抗化を図る必要があり、W膜の抵抗率は20μΩcm以下にすることが望ましい。W膜は結晶粒を大きくすることで低抵抗率化を図ることができるが、W膜中に酸素などの不純物元素が多い場合には結晶化が阻害され高抵抗化する。従って、本実施例では、高純度のW(純度99.9999%)のターゲットを用いたスパッタ法で、さらに成膜時に気相中からの不純物の混入がないように十分配慮してW膜を形成することにより、抵抗率9～20μΩcmを実現することができた。

【0133】

なお、本実施例では、第1の導電膜408をTa₂N、第2の導電膜409をWとしたが、特に限定されず、いずれもTa、W、Ti、Mo、Al、Cu、Cr、Ndから選ばれた元素、または前記元素を主成分とする合金材料若しくは化合物材料で形成してもよい。また、リン等の不純物元素をドーピングした結晶質珪素膜に代表される半導体膜を用いてもよい。また、AgPdCu合金を用いてもよい。また、第1の導電膜をタンタル(Ta)膜で形成し、第2の導電膜をW膜とする組み合わせ、第1の導電膜を窒化チタン(TiN)膜で形成し、第2の導

電膜をW膜とする組み合わせ、第1の導電膜を窒化タンタル (T a N) 膜で形成し、第2の導電膜をA l 膜とする組み合わせ、第1の導電膜を窒化タンタル (T a N) 膜で形成し、第2の導電膜をC u 膜とする組み合わせとしてもよい。

【 0 1 3 4 】

次に、フォトリソグラフィ法を用いてレジストからなるマスク4 1 0 ~ 4 1 5 を形成し、電極及び配線を形成するための第1のエッチング処理を行なう。第1のエッチング処理では第1及び第2のエッチング条件で行なう。本実施例では第1のエッチング条件として、I C P (Inductively Coupled Plasma: 誘導結合型プラズマ) エッチング法を用い、エッチング用ガスにC F₄とC l₂とO₂とを用い、それぞれのガス流量比を2 5 / 2 5 / 1 0 (s c c m) とし、1 Paの圧力でコイル型の電極に5 0 0 WのR F (13.56MHz) 電力を投入してプラズマを生成してエッチングを行った。ここでは、松下電器産業(株)製のI C Pを用いたドライエッチング装置 (Model E 6 4 5 - □ I C P) を用いた。基板側(試料ステージ)にも1 5 0 WのR F (13.56MHz) 電力を投入し、実質的に負の自己バイアス電圧を印加する。この第1のエッチング条件によりW膜をエッチングして第1の導電層の端部をテーパ形状とする。

【 0 1 3 5 】

この後、レジストからなるマスク4 1 0 ~ 4 1 5 を除去せずに第2のエッチング条件に変え、エッチング用ガスにC F₄とC l₂とを用い、それぞれのガス流量比を3 0 / 3 0 (s c c m) とし、1 Paの圧力でコイル型の電極に5 0 0 WのR F (13.56MHz) 電力を投入してプラズマを生成して約3 0 秒程度のエッチングを行った。基板側(試料ステージ)にも2 0 WのR F (13.56MHz) 電力を投入し、実質的に負の自己バイアス電圧を印加する。C F₄とC l₂を混合した第2のエッチング条件ではW膜及びT a N膜とも同程度にエッチングされる。なお、ゲート絶縁膜上に残渣を残すことなくエッチングするためには、1 0 ~ 2 0 %程度の割合でエッチング時間を増加させると良い。

【 0 1 3 6 】

上記第1のエッチング処理では、レジストからなるマスクの形状に適したものとすることにより、基板側に印加するバイアス電圧の効果により第1の導電層及

び第2の導電層の端部がテーパ形状となる。このテーパ部の角度は $15 \sim 45^\circ$ となる。こうして、第1のエッチング処理により第1の導電層と第2の導電層から成る第1の形状の導電層417～422（第1の導電層417a～422aと第2の導電層417b～422b）を形成する。416はゲート絶縁膜であり、第1の形状の導電層417～422で覆われない領域は $20 \sim 50 \text{ nm}$ 程度エッチングされ薄くなった領域が形成される。

【0137】

そして、レジストからなるマスクを除去せずに第1のドーピング処理を行い、半導体層にn型を付与する不純物元素および結晶化を助長するために用いた金属元素をゲッタリングするための希ガス元素を添加する。（図9（A））ドーピング処理はイオンドープ法、若しくはイオン注入法で行なえば良い。イオンドープ法の条件はドーズ量を $1 \times 10^{13} \sim 5 \times 10^{15} / \text{cm}^2$ とし、加速電圧を $60 \sim 100 \text{ keV}$ として行なう。本実施例ではドーズ量を $1.5 \times 10^{15} / \text{cm}^2$ とし、加速電圧を 80 keV として行った。n型を付与する不純物元素として15族に属する元素、典型的にはリン（P）または砒素（As）を用いるが、ここではリン（P）を用いた。また、希ガス元素としてアルゴンを用いた。この場合、導電層417～421がn型を付与する不純物元素に対するマスクとなり、自己整合的に第1の高濃度不純物領域306～310が形成される。第1の高濃度不純物領域306～310には $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} / \text{cm}^3$ の濃度範囲でn型を付与する不純物元素を添加する。一方、アルゴンは 90 keV の加速電圧で、 $2 \times 10^{15} / \text{cm}^2$ のドーズ量で注入した。

【0138】

次いで、レジストからなるマスクを除去せずに第2のエッチング処理を行なう。ここでは、エッチングガスに CF_4 と Cl_2 と O_2 とを用い、W膜を選択的にエッチングする。この時、第2のエッチング処理により第2の導電層428b～433bを形成する。一方、第1の導電層417a～422aは、ほとんどエッチングされず、第2の形状の導電層428～433を形成する。

【0139】

次いで、レジストからなるマスクを除去せずに、図9（B）に示すように、第

2のドーピング処理を行なう。この場合、第1のドーピング処理よりもドーズ量を下げて、70～120 keVの高い加速電圧で、n型を付与する不純物元素を導入する。本実施例ではドーズ量を $1.5 \times 10^{14} / \text{cm}^2$ とし、加速電圧を90 keVとして行なった。第2のドーピング処理は第2の形状の導電層428～433をマスクとして用い、第2の導電層428b～433bの下方における半導体層にも不純物元素が導入され、新たに第2の高濃度不純物領域423a～427aおよび低濃度不純物領域423b～427bが形成される。

【0140】

次いで、レジストからなるマスクを除去した後、新たにレジストからなるマスク434aおよび434bを形成して、図9(C)に示すように、第3のエッチング処理を行なう。エッチング用ガスに SF_6 および Cl_2 とを用い、ガス流量比を50/10 (sccm)とし、1.3 Paの圧力でコイル型の電極に500 WのRF (13.56 MHz) 電力を投入してプラズマを生成し、約30秒のエッチング処理を行なう。基板側(資料ステージ)には10 WのRF (13.56 MHz) 電力を投入し、実質的には不の自己バイアス電圧を印加する。こうして、前記大3のエッチング処理により、pチャネル型TFTおよび画素部のTFT(画素TFT)のTa₂N膜をエッチングして、第3の形状の導電層435～438を形成する。

【0141】

次いで、レジストからなるマスクを除去した後、第2の形状の導電層428、430および第2の形状の導電層435～438をマスクとして用い、ゲート絶縁膜416を選択的に除去して絶縁層439～444を形成する。(図10(A))

【0142】

次いで、新たにレジストからなるマスク445a～445cを形成して第3のドーピング処理を行なう。この第3のドーピング処理により、pチャネル型TFTの活性層となる半導体層に前記一導電型とは逆の導電型を付与する不純物元素が添加された不純物領域446、447を形成する。第2の導電層435a、438aを不純物元素に対するマスクとして用い、p型を付与する不純物元素を添

加して自己整合的に不純物領域を形成する。本実施例では、不純物領域 4 4 6、4 4 7 はジボラン (B_2H_6) を用いたイオンドーブ法で形成する。(図 1 0 (B)) この第 3 のドーピング処理の際には、n チャンネル型 T F T を形成する半導体層はレジストからなるマスク 4 4 5 a ~ 4 4 5 c で覆われている。第 1 のドーピング処理及び第 2 のドーピング処理によって、不純物領域 4 4 6、4 4 7 にはそれぞれ異なる濃度でリンが添加されているが、そのいずれの領域においても p 型を付与する不純物元素の濃度を $2 \times 10^{20} \sim 2 \times 10^{21} / cm^3$ となるようにドーピング処理することにより、p チャンネル型 T F T のソース領域およびドレイン領域として機能するために何ら問題は生じない。本実施例では、p チャンネル型 T F T の活性層となる半導体層の一部が露呈しているため、不純物元素 (ボロン) を添加しやすい利点を有している。

【 0 1 4 3 】

以上までの工程で、それぞれの半導体層に不純物領域が形成される。

【 0 1 4 4 】

次いで、レジストからなるマスク 4 4 5 a ~ 4 4 5 c を除去して第 1 の層間絶縁膜 4 6 1 を形成する。この第 1 の層間絶縁膜 4 6 1 としては、プラズマ C V D 法またはスパッタ法を用い、厚さを 1 0 0 ~ 2 0 0 n m として珪素を含む絶縁膜で形成する。本実施例では、プラズマ C V D 法により膜厚 1 5 0 n m の酸化窒化珪素膜を形成した。もちろん、第 1 の層間絶縁膜 4 6 1 は酸化窒化珪素膜に限定されるものでなく、他の珪素を含む絶縁膜を単層または積層構造として用いても良い。

【 0 1 4 5 】

次いで、図 1 0 (C) に示すように、加熱処理を行なって、半導体層の結晶性の回復、それぞれの半導体層に添加された不純物元素の活性化を行なう。この加熱処理はファーネスアニール炉を用いる熱アニール法で行なう。熱アニール法としては、酸素濃度が 1 p p m 以下、好ましくは 0. 1 p p m 以下の窒素雰囲気中で 4 0 0 ~ 7 0 0 °C、代表的には 5 0 0 ~ 5 5 0 °C で行えばよく、本実施例では 5 5 0 °C、4 時間の熱処理で活性化処理を行った。なお、熱アニール法の他に、レーザアニール法、またはラピッドサーマルアニール法 (R T A 法) を適用する

ことができる。

【 0 1 4 6 】

なお、本実施例では、上記活性化処理と同時に、結晶化の際に触媒として使用したニッケルが高濃度のリンを含む不純物領域 4 2 3 a、4 2 5 a、4 2 6 a、4 4 6 a、4 4 7 a を結晶化する。そのため、前記不純物領域に前記金属元素がゲッタリングされ、主にチャネル形成領域となる半導体層中のニッケル濃度が低減される。このようにして作製したチャネル形成領域を有する T F T はオフ電流値が下がり、結晶性が良いことから高い電界効果移動度を得られ、良好な特性を達成することができる。

【 0 1 4 7 】

また、第 1 の層間絶縁膜を形成する前に加熱処理を行なっても良い。ただし、用いた配線材料が熱に弱い場合には、本実施例のように配線等を保護するため層間絶縁膜（珪素を主成分とする絶縁膜、例えば窒化珪素膜）を形成した後で加熱処理を行なうことが好ましい。

【 0 1 4 8 】

希ガス元素が導入された領域の結晶性の回復および不純物元素の活性化を十分に行なうため、基板の表面側から照射したレーザ光を、基板の裏面側に設置した反射体 3 4 0 によって反射させることで、基板の裏面側からレーザ光を照射する。（図 1 0 （C））本実施例では反射体 3 4 0 として、アルミニウム板を用い、基板に対して斜めからレーザ光を照射する。このとき、同時にヒーター等を利用して、基板の裏面側から加熱処理も行なえば、第 1 層間膜に含有する水素により、水素化処理を行なうことができる。

【 0 1 4 9 】

また、T F T のしきい値を制御するために微量な不純物元素（ボロンまたはリン）のドーピングを行なった場合は、裏面からのレーザ光の照射により、チャネル形成領域の結晶性の回復も十分行なわれることになる。

【 0 1 5 0 】

レーザアニールを行なう工程で、同時に加熱処理を行なわない場合は、3 ～ 1 0 0 % の水素を含む雰囲気中で、3 0 0 ～ 5 5 0 ℃ で 1 ～ 1 2 時間の熱処理を行

ない、半導体層を水素化する工程を行なうことが望ましい。本実施例では水素を約 3 % の含む窒素雰囲気中で 4 1 0 °C、1 時間の熱処理を行った。この工程は層間絶縁膜に含まれる水素により半導体層のダングリングボンドを終端する工程である。水素化の他の手段として、プラズマ水素化（プラズマにより励起された水素を用いる）を行なっても良い。

【 0 1 5 1 】

次いで、第 1 の層間絶縁膜 4 6 1 上に無機絶縁膜材料または有機絶縁物材料から成る第 2 の層間絶縁膜 4 6 2 を形成する。本実施例では、膜厚 1 . 6 μ m のアクリル樹脂膜を形成したが、粘度が 1 0 ~ 1 0 0 0 c p、好ましくは 4 0 ~ 2 0 0 c p のものを用い、表面に凸凹が形成されるものを用いた。

【 0 1 5 2 】

本実施例では、鏡面反射を防ぐため、表面に凸凹が形成される第 2 の層間絶縁膜を形成することによって画素電極の表面に凸凹を形成した。また、画素電極の表面に凹凸を持たせて光散乱性を図るため、画素電極の下方の領域に凸部を形成してもよい。その場合、凸部の形成は、T F T の形成と同じフォトマスクで行なうことができるため、工程数の増加なく形成することができる。なお、この凸部は配線及び T F T 部以外の画素部領域の基板上に適宜設ければよい。こうして、凸部を覆う絶縁膜の表面に形成された凸凹に沿って画素電極の表面に凸凹が形成される。

【 0 1 5 3 】

また、第 2 の層間絶縁膜 4 6 2 として表面が平坦化する膜を用いてもよい。その場合は、画素電極を形成した後、公知のサンドブラスト法やエッチング法等の工程を追加して表面を凹凸化させて、鏡面反射を防ぎ、反射光を散乱させることによって白色度を増加させることが好ましい。

【 0 1 5 4 】

そして、駆動回路 5 0 6 において、各不純物領域とそれぞれ電氣的に接続する配線 4 6 3 ~ 4 6 7 を形成する。なお、これらの配線は、膜厚 5 0 n m の T i 膜と、膜厚 5 0 0 n m の合金膜（A l と T i との合金膜）との積層膜をパターンニングして形成する。

【0155】

また、画素部507においては、画素電極470、ゲート配線469、接続電極468を形成する。(図11) この接続電極468によりソース配線(443bと449の積層)は、画素TFTと電氣的な接続が形成される。また、ゲート配線469は、画素TFTのゲート電極と電氣的な接続が形成される。また、画素電極470は、画素TFTのドレイン領域442と電氣的な接続が形成され、さらに保持容量を形成する一方の電極として機能する半導体層458と電氣的な接続が形成される。また、画素電極470としては、AlまたはAgを主成分とする膜、またはそれらの積層膜等の反射性の優れた材料を用いることが望ましい。

【0156】

以上の様にして、nチャネル型TFT501とpチャネル型TFT502からなるCMOS回路、及びnチャネル型TFT503を有する駆動回路506と、画素TFT504、保持容量505とを有する画素部507を同一基板上に形成することができる。こうして、アクティブマトリクス基板が完成する。

【0157】

駆動回路506のnチャネル型TFT501はチャネル形成領域423c、ゲート電極の一部を構成する第1の導電層428aと重なる低濃度不純物領域423b(GOLD領域)、とソース領域またはドレイン領域として機能する高濃度不純物領域423aを有している。このnチャネル型TFT501と電極466で接続してCMOS回路を形成するpチャネル型TFT502にはチャネル形成領域446d、ゲート電極の外側に形成される不純物領域446b、446c、ソース領域またはドレイン領域として機能する高濃度不純物領域446aを有している。また、nチャネル型TFT503にはチャネル形成領域425c、ゲート電極の一部を構成する第1の導電層430aと重なる低濃度不純物領域425b(GOLD領域)、とソース領域またはドレイン領域として機能する高濃度不純物領域425aを有している。

【0158】

画素部の画素TFT504にはチャネル形成領域426c、ゲート電極の外側

に形成される低濃度不純物領域426b (LDD領域)とソース領域またはドレイン領域として機能する高濃度不純物領域426aを有している。また、保持容量505の一方の電極として機能する半導体層447a、447bには、それぞれp型を付与する不純物元素が添加されている。保持容量505は、絶縁膜444を誘電体として、電極(438aと438bの積層)と、半導体層447a～447cとで形成している。

【0159】

また、本実施例の画素構造は、ブラックマトリクスを用いることなく、画素電極間の隙間が遮光されるように、画素電極の端部をソース配線と重なるように配置形成する。

【0160】

また、本実施例で作製するアクティブマトリクス基板の画素部の上面図を図12に示す。なお、図8～図11に対応する部分には同じ符号を用いている。図11中の鎖線A-A'は図12中の鎖線A-A'で切断した断面図に対応している。また、図11中の鎖線B-B'は図12中の鎖線B-B'で切断した断面図に対応している。

【0161】

[実施例6]

本実施例では、実施例5で作製したアクティブマトリクス基板から、反射型液晶表示装置を作製する工程を以下に説明する。説明には図13を用いる。

【0162】

まず、実施例5に従い、図11の状態のアクティブマトリクス基板を得た後、図11のアクティブマトリクス基板上、少なくとも画素電極470上に配向膜567を形成しラビング処理を行なう。なお、本実施例では配向膜567を形成する前に、アクリル樹脂膜等の有機樹脂膜をパターンニングすることによって基板間隔を保持するための柱状のスペーサ572を所望の位置に形成した。また、柱状のスペーサに代えて、球状のスペーサを基板全面に散布してもよい。

【0163】

次いで、対向基板569を用意する。次いで、対向基板569上に着色層57

0、571、平坦化膜573を形成する。赤色の着色層570と青色の着色層572とを重ねて、遮光部を形成する。また、赤色の着色層と緑色の着色層とを一部重ねて、遮光部を形成してもよい。

【0164】

本実施例では、実施例5に示す基板を用いている。従って、実施例5の画素部の上面図を示す図12では、少なくともゲート配線469と画素電極470の間隙と、ゲート配線469と接続電極468の間隙と、接続電極468と画素電極470の間隙を遮光する必要がある。本実施例では、それらの遮光すべき位置に着色層の積層からなる遮光部が重なるように各着色層を配置して、対向基板を貼り合わせた。

【0165】

このように、ブラックマスク等の遮光層を形成することなく、各画素間の隙間を着色層の積層からなる遮光部で遮光することによって工程数の低減を可能とした。

【0166】

次いで、平坦化膜573上に透明導電膜からなる対向電極576を少なくとも画素部に形成し、対向基板の全面に配向膜574を形成し、ラビング処理を施した。

【0167】

そして、画素部と駆動回路が形成されたアクティブマトリクス基板と対向基板とをシール材568で貼り合わせる。シール材568にはフィラーが混入されていて、このフィラーと柱状スペーサによって均一な間隔を持って2枚の基板が貼り合わせられる。その後、両基板の間に液晶材料575を注入し、封止剤（図示せず）によって完全に封止する。液晶材料575には公知の液晶材料を用いれば良い。このようにして図13に示す反射型液晶表示装置が完成する。そして、必要があれば、アクティブマトリクス基板または対向基板を所望の形状に分断する。さらに、対向基板のみに偏光板（図示しない）を貼りつけた。そして、公知の技術を用いてFPCを貼りつけた。

【0168】

以上のようにして作製される液晶表示パネルは各種電子機器の表示部として用いることができる。

【0169】

なお、本実施例は実施例1乃至5と自由に組み合わせることが可能である。

【0170】

[実施例7]

本実施例では、実施例5で作製したアクティブマトリクス基板から、実施例6とは異なるアクティブマトリクス型液晶表示装置を作製する工程を以下に説明する。説明には図21を用いる。

【0171】

まず、実施例5に従い、図11の状態のアクティブマトリクス基板を得た後、図11のアクティブマトリクス基板上に配向膜1067を形成しラビング処理を行う。なお、本実施例では配向膜1067を形成する前に、アクリル樹脂膜等の有機樹脂膜をパターニングすることによって基板間隔を保持するための柱状のスペーサを所望の位置に形成した。また、柱状のスペーサに代えて、球状のスペーサを基板全面に散布してもよい。

【0172】

次いで、対向基板1068を用意する。この対向基板には、着色層1074、遮光層1075が各画素に対応して配置されたカラーフィルタが設けられている。また、駆動回路の部分にも遮光層1077を設けた。このカラーフィルタと遮光層1077とを覆う平坦化膜1076を設けた。次いで、平坦化膜1076上に透明導電膜からなる対向電極1069を画素部に形成し、対向基板の全面に配向膜1070を形成し、ラビング処理を施した。

【0173】

そして、画素部と駆動回路が形成されたアクティブマトリクス基板と対向基板とをシール材1071で貼り合わせる。シール材1071にはフィラーが混入されていて、このフィラーと柱状スペーサによって均一な間隔を持って2枚の基板が貼り合わせられる。その後、両基板の間に液晶材料1073を注入し、封止剤（図示せず）によって完全に封止する。液晶材料1073には公知の液晶材料を

用いれば良い。このようにして図 2 1 に示すアクティブマトリクス型液晶表示装置が完成する。そして、必要があれば、アクティブマトリクス基板または対向基板を所望の形状に分断する。さらに、公知の技術を用いて偏光板等を適宜設けた。そして、公知の技術を用いて F P C を貼りつけた。

【 0 1 7 4 】

以上のようにして作製される液晶表示パネルは各種電子機器の表示部として用いることができる。

【 0 1 7 5 】

なお、本実施例は実施例 1 乃至 5 と自由に組み合わせることが可能である。

【 0 1 7 6 】

〔実施例 8〕

本実施例では、本発明を用いて発光装置を作製した例について説明する。本明細書において、発光装置とは、基板上に形成された発光素子を該基板とカバー材の間に封入した表示用パネルおよび該表示用パネルに I C を実装した表示用モジュールを総称したものである。なお、発光素子は、電場を加えることで発生するルミネッセンス (Electro Luminescence) が得られる有機化合物を含む層 (発光層) と陽極層と、陰極層とを有する。また、有機化合物におけるルミネッセンスには、一重項励起状態から基底状態に戻る際の発光 (蛍光) と三重項励起状態から基底状態に戻る際の発光 (リン光) があり、これらのうちどちらか、あるいは両方の発光を含む。

【 0 1 7 7 】

図 1 4 は本実施例の発光装置の断面図である。図 1 4 において、基板 7 0 0 上に設けられたスイッチング T F T 6 0 3 は図 1 4 の n チャネル型 T F T 5 0 3 を用いて形成される。したがって、構造の説明は n チャネル型 T F T 5 0 3 の説明を参照すれば良い。

【 0 1 7 8 】

なお、本実施例ではチャネル形成領域が二つ形成されるダブルゲート構造としているが、チャネル形成領域が一つ形成されるシングルゲート構造もしくは三つ形成されるトリプルゲート構造であっても良い。

【 0 1 7 9 】

基板 7 0 0 上に設けられた駆動回路は図 1 4 の CMOS 回路を用いて形成される。従って、構造の説明は n チャネル型 TFT 5 0 1 と p チャネル型 TFT 5 0 2 の説明を参照すれば良い。なお、本実施例ではシングルゲート構造としているが、ダブルゲート構造もしくはトリプルゲート構造であっても良い。

【 0 1 8 0 】

また、配線 7 0 1、7 0 3 は CMOS 回路のソース配線、7 0 2 はドレイン配線として機能する。また、配線 7 0 4 はソース配線 7 0 8 とスイッチング TFT のソース領域とを電氣的に接続する配線として機能し、配線 7 0 5 はドレイン配線 7 0 9 とスイッチング TFT のドレイン領域とを電氣的に接続する配線として機能する。

【 0 1 8 1 】

なお、電流制御 TFT 6 0 4 は図 1 4 の p チャネル型 TFT 5 0 2 を用いて形成される。従って、構造の説明は p チャネル型 TFT 5 0 2 の説明を参照すれば良い。なお、本実施例ではシングルゲート構造としているが、ダブルゲート構造もしくはトリプルゲート構造であっても良い。

【 0 1 8 2 】

また、配線 7 0 6 は電流制御 TFT のソース配線（電流供給線に相当する）であり、7 0 7 は電流制御 TFT の画素電極 7 1 0 上に重ねることで画素電極 7 1 0 と電氣的に接続する電極である。

【 0 1 8 3 】

なお、7 1 0 は、透明導電膜からなる画素電極（発光素子の陽極）である。透明導電膜としては、酸化インジウムと酸化スズとの化合物、酸化インジウムと酸化亜鉛との化合物、酸化亜鉛、酸化スズまたは酸化インジウムを用いることができる。また、前記透明導電膜にガリウムを添加したものを用いても良い。画素電極 7 1 0 は、上記配線を形成する前に平坦な層間絶縁膜 7 1 1 上に形成する。本実施例においては、樹脂からなる平坦化膜 7 1 1 を用いて TFT による段差を平坦化することは非常に重要である。後に形成される発光層は非常に薄いため、段差が存在することによって発光不良を起こす場合がある。従って、発光層をでき

るだけ平坦面に形成しうるように画素電極を形成する前に平坦化しておくことが望ましい。

【0184】

配線701～707を形成後、図14に示すようにバンク712を形成する。バンク712は100～400nmの珪素を含む絶縁膜もしくは有機樹脂膜をパターンニングして形成すれば良い。

【0185】

なお、バンク712は絶縁膜であるため、成膜時における素子の静電破壊には注意が必要である。本実施例ではバンク712の材料となる絶縁膜中にカーボン粒子や金属粒子を添加して抵抗率を下げ、静電気の発生を抑制する。この際、抵抗率は $1 \times 10^6 \sim 1 \times 10^{12} \Omega \text{m}$ （好ましくは $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{10} \Omega \text{m}$ ）となるようにカーボン粒子や金属粒子の添加量を調節すれば良い。

【0186】

画素電極710の上には発光層713が形成される。なお、図14では一画素しか図示していないが、本実施例ではR（赤）、G（緑）、B（青）の各色に対応した発光層を作り分けている。また、本実施例では蒸着法により低分子系有機発光材料を形成している。具体的には、正孔注入層として20nm厚の銅フタロシアニン（CuPc）膜を設け、その上に発光層として70nm厚のトリスー8ーキノリノラトアルミニウム錯体（Alq₃）膜を設けた積層構造としている。Alq₃にキナクリドン、ペリレンもしくはDCM1といった蛍光色素を添加することで発光色を制御することができる。

【0187】

但し、以上の例は発光層として用いることのできる有機発光材料の一例であって、これに限定する必要はまったくない。発光層、電荷輸送層または電荷注入層を自由に組み合わせて発光層（発光及びそのためのキャリアの移動を行わせるための層）を形成すれば良い。例えば、本実施例では低分子系有機発光材料を発光層として用いる例を示したが、高分子系有機発光材料を用いても良い。また、電荷輸送層や電荷注入層として炭化珪素等の無機材料を用いることも可能である。これらの有機発光材料や無機材料は公知の材料を用いることができる。

【0188】

次に、発光層713の上には導電膜からなる陰極714が設けられる。本実施例の場合、導電膜としてアルミニウムとリチウムとの合金膜を用いる。勿論、公知のMgAg膜（マグネシウムと銀との合金膜）を用いても良い。陰極材料としては、周期表の1族もしくは2族に属する元素からなる導電膜もしくはそれらの元素を添加した導電膜を用いれば良い。

【0189】

この陰極714まで形成された時点で発光素子715が完成する。なお、ここでいう発光素子715は、画素電極（陽極）710、発光層713及び陰極714で形成されたダイオードを指す。

【0190】

発光素子715を完全に覆うようにしてパッシベーション膜716を設けることは有効である。パッシベーション膜716としては、炭素膜、窒化珪素膜もしくは窒化酸化珪素膜を含む絶縁膜からなり、該絶縁膜を単層もしくは組み合わせた積層で用いる。

【0191】

この際、カバレッジの良い膜をパッシベーション膜として用いることが好ましく、炭素膜、特にDLC（ダイヤモンドライクカーボン）膜を用いることは有効である。DLC膜は室温から100℃以下の温度範囲で成膜可能であるため、耐熱性の低い発光層713の上方にも容易に成膜することができる。また、DLC膜は酸素に対するブロッキング効果が高く、発光層713の酸化を抑制することが可能である。そのため、この後に続く封止工程を行う間に発光層713が酸化するといった問題を防止できる。

【0192】

さらに、パッシベーション膜716上に封止材717を設け、カバー材718を貼り合わせる。封止材717としては紫外線硬化樹脂を用いれば良く、内部に吸湿効果を有する物質もしくは酸化防止効果を有する物質を設けることは有効である。また、本実施例においてカバー材718はガラス基板や石英基板やプラスチック基板（プラスチックフィルムも含む）の両面に炭素膜（好ましくはダイヤ

モンドライクカーボン膜)を形成したものをを用いる。

【0193】

こうして図14に示すような構造の発光装置が完成する。なお、バンク712を形成した後、パッシベーション膜716を形成するまでの工程をマルチチャンバー方式(またはインライン方式)の成膜装置を用いて、大気解放せずに連続的に処理することは有効である。また、さらに発展させてカバー材718を貼り合わせる工程までを大気解放せずに連続的に処理することも可能である。

【0194】

こうして、プラスチック基板を母体とする絶縁体501上にnチャネル型TFT601、602、スイッチングTFT(nチャネル型TFT)603および電流制御TFT(nチャネル型TFT)604が形成される。ここまでの製造工程で必要としたマスク数は、一般的なアクティブマトリクス型発光装置よりも少ない。

【0195】

即ち、TFTの製造工程が大幅に簡略化されており、歩留まりの向上および製造コストの低減が実現できる。

【0196】

さらに、図14を用いて説明したように、ゲート電極に絶縁膜を介して重なる不純物領域を設けることによりホットキャリア効果に起因する劣化に強いnチャネル型TFTを形成することができる。そのため、信頼性の高い発光装置を実現できる。

【0197】

また、本実施例では画素部と駆動回路の構成のみ示しているが、本実施例の製造工程に従えば、その他にも信号分割回路、D/Aコンバータ、オペアンプ、 γ 補正回路などの論理回路を同一の絶縁体上に形成可能であり、さらにはメモリやマイクロプロセッサをも形成しうる。

【0198】

さらに、発光素子を保護するための封止(または封入)工程まで行った後の本実施例の発光装置について図15を用いて説明する。なお、必要に応じて図14

で用いた符号を引用する。

【0199】

図15(A)は、発光素子の封止までを行った状態を示す上面図、図15(B)は図15(A)をC-C'で切断した断面図である。点線で示された801はソース側駆動回路、806は画素部、807はゲート側駆動回路である。また、901はカバー材、902は第1シール材、903は第2シール材であり、第1シール材902で囲まれた内側には封止材907が設けられる。

【0200】

なお、904はソース側駆動回路801及びゲート側駆動回路807に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子となるFPC(フレキシブルプリントサーキット)905からビデオ信号やクロック信号を受け取る。なお、ここではFPCしか図示されていないが、このFPCにはプリント配線基盤(PWB)が取り付けられていても良い。本明細書における発光装置には、発光装置本体だけでなく、それにFPCもしくはPWBが取り付けられた状態をも含むものとする。

【0201】

次に、断面構造について図15(B)を用いて説明する。基板700の上方には画素部806、ゲート側駆動回路807が形成されており、画素部806は電流制御TFT604とそのドレインに電氣的に接続された画素電極710を含む複数の画素により形成される。また、ゲート側駆動回路807はnチャネル型TFT601とpチャネル型TFT602とを組み合わせたCMOS回路(図14参照)を用いて形成される。

【0202】

画素電極710は発光素子の陽極として機能する。また、画素電極710の両端にはバンク712が形成され、画素電極710上には発光層713および発光素子の陰極714が形成される。

【0203】

陰極714は全画素に共通の配線としても機能し、接続配線904を経由してFPC905に電氣的に接続されている。さらに、画素部806及びゲート側駆

動回路 8 0 7 に含まれる素子は全て陰極 7 1 4 およびパッシベーション膜 5 6 7 で覆われている。

【 0 2 0 4 】

また、第 1 シール材 9 0 2 によりカバー材 9 0 1 が貼り合わされている。なお、カバー材 9 0 1 と発光素子との間隔を確保するために樹脂膜からなるスペーサを設けても良い。そして、第 1 シール材 9 0 2 の内側には封止材 9 0 7 が充填されている。なお、第 1 シール材 9 0 2、封止材 9 0 7 としてはエポキシ系樹脂を用いるのが好ましい。また、第 1 シール材 9 0 2 はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。さらに、封止材 9 0 7 の内部に吸湿効果をもつ物質や酸化防止効果をもつ物質を含有させても良い。

【 0 2 0 5 】

発光素子を覆うようにして設けられた封止材 9 0 7 はカバー材 9 0 1 を接着するための接着剤としても機能する。また、本実施例ではカバー材 9 0 1 を構成するプラスチック基板 9 0 1 a の材料として F R P (Fiberglass-Reinforced Plastics)、P V F (ポリビニルフロライド)、マイラー、ポリエステルまたはアクリルを用いることができる。

【 0 2 0 6 】

また、封止材 9 0 7 を用いてカバー材 9 0 1 を接着した後、封止材 9 0 7 の側面（露呈面）を覆うように第 2 シール材 9 0 3 を設ける。第 2 シール材 9 0 3 は第 1 シール材 9 0 2 と同じ材料を用いることができる。

【 0 2 0 7 】

以上のような構造で発光素子を封止材 9 0 7 に封入することにより、発光素子を外部から完全に遮断することができ、外部から水分や酸素等の発光層の酸化による劣化を促す物質が侵入することを防ぐことができる。従って、信頼性の高い発光装置が得られる。

【 0 2 0 8 】

なお、本実施例は実施例 1 乃至 5 と自由に組み合わせることが可能である。

【 0 2 0 9 】

[実施例 9]

本実施例では、実施例8とは異なる画素構造を有した発光装置について説明する。説明には図22を用いる。

【0210】

図22では電流制御用TFT4501として図11のnチャネル型TFT504と同一構造のTFTを用いる。勿論、電流制御用TFT4501のゲート電極はスイッチング用TFT4402のドレイン配線に電氣的に接続されている。また、電流制御用TFT4501のドレイン配線は画素電極4504に電氣的に接続されている。

【0211】

本実施例では、導電膜からなる画素電極4504が発光素子の陰極として機能する。具体的には、アルミニウムとリチウムとの合金膜を用いるが、周期表の1族もしくは2族に属する元素からなる導電膜もしくはそれらの元素を添加した導電膜を用いれば良い。

【0212】

画素電極4504の上には発光層4505が形成される。なお、図22では一面素しか図示していないが、本実施例ではG（緑）に対応した発光層を蒸着法及び塗布法（好ましくはスピンコーティング法）により形成している。具体的には、電子注入層として20nm厚のフッ化リチウム（LiF）膜を設け、その上に発光層として70nm厚のPPV（ポリパラフェニレンビニレン）膜を設けた積層構造としている。

【0213】

次に、発光層4505の上には透明導電膜からなる陽極4506が設けられる。本実施例の場合、透明導電膜として酸化インジウムと酸化スズとの化合物もしくは酸化インジウムと酸化亜鉛との化合物からなる導電膜を用いる。

【0214】

この陽極4506まで形成された時点で発光素子4507が完成する。なお、ここでいう発光素子4507は、画素電極（陰極）4504、発光層4505及び陽極4506で形成されたダイオードを指す。

【0215】

発光素子4507を完全に覆うようにしてパッシベーション膜4508を設けることは有効である。パッシベーション膜4508としては、炭素膜、窒化珪素膜もしくは窒化酸化珪素膜を含む絶縁膜からなり、該絶縁膜を単層もしくは組み合わせた積層で用いる。

【0216】

さらに、パッシベーション膜4508上に封止材4509を設け、カバー材4510を貼り合わせる。封止材4509としては紫外線硬化樹脂を用いれば良く、内部に吸湿効果を有する物質もしくは酸化防止効果を有する物質を設けることは有効である。また、本実施例においてカバー材4510はガラス基板や石英基板やプラスチック基板（プラスチックフィルムも含む）の両面に炭素膜（好ましくはダイヤモンドライクカーボン膜）を形成したものをを用いる。

【0217】

なお、本実施例は実施例1乃至5と自由に組み合わせることが可能である。

【0218】

[実施例10]

本発明を適用して、本願発明を実施して形成されたCMOS回路や画素部は様々な電気光学装置（アクティブマトリクス型液晶ディスプレイ、アクティブマトリクス型ECディスプレイ、アクティブマトリクス型発光ディスプレイ）に用いることが出来る。即ち、それら電気光学装置を表示部に組み込んだ電子機器全てに本発明を実施出来る。

【0219】

その様な電子機器としては、ビデオカメラ、デジタルカメラ、プロジェクター、ヘッドマウントディスプレイ（ゴーグル型ディスプレイ）、カーナビゲーション、カーステレオ、パーソナルコンピュータ、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話または電子書籍等）などが挙げられる。それらの一例を図16、図17及び図18に示す。

【0220】

図16（A）はパーソナルコンピュータであり、本体3001、画像入力部3002、表示部3003、キーボード3004等を含む。本発明を表示部300

3に適用することができる。

【0221】

図16(B)はビデオカメラであり、本体3101、表示部3102、音声入力部3103、操作スイッチ3104、バッテリー3105、受像部3106等を含む。本発明を表示部3102に適用することができる。

【0222】

図16(C)はモバイルコンピュータ（モービルコンピュータ）であり、本体3201、カメラ部3202、受像部3203、操作スイッチ3204、表示部3205等を含む。本発明は表示部3205に適用できる。

【0223】

図16(D)はゴーグル型ディスプレイであり、本体3301、表示部3302、アーム部3303等を含む。本発明は表示部3302に適用することができる。

【0224】

図16(E)はプログラムを記録した記録媒体（以下、記録媒体と呼ぶ）を用いるプレーヤーであり、本体3401、表示部3402、スピーカ部3403、記録媒体3404、操作スイッチ3405等を含む。なお、このプレーヤーは記録媒体としてDVD（Digital Versatile Disc）、CD等を用い、音楽鑑賞や映画鑑賞やゲームやインターネットを行なうことができる。本発明は表示部3402に適用することができる。

【0225】

図16(F)はデジタルカメラであり、本体3501、表示部3502、接眼部3503、操作スイッチ3504、受像部（図示しない）等を含む。本発明を表示部3502に適用することができる。

【0226】

図17(A)はフロント型プロジェクターであり、投射装置3601、スクリーン3602等を含む。本発明は投射装置3601の一部を構成する液晶表示装置3808やその他の駆動回路に適用することができる。

【0227】

図17(B)はリア型プロジェクターであり、本体3701、投射装置3702、ミラー3703、スクリーン3704等を含む。本発明は投射装置2702の一部を構成する液晶表示装置3808やその他の駆動回路に適用することができる。

【0228】

なお、図17(C)は、図17(A)及び図17(B)中における投射装置3601、3702の構造の一例を示した図である。投射装置3601、3702は、光源光学系3801、ミラー3802、3804～3806、ダイクロイックミラー3803、プリズム3807、液晶表示装置3808、位相差板3809、投射光学系3810で構成される。投射光学系2810は、投射レンズを含む光学系で構成される。本実施例は三板式の例を示したが、特に限定されず、例えば単板式であってもよい。また、図17(C)中において矢印で示した光路に実施者が適宜、光学レンズや、偏光機能を有するフィルムや、位相差を調節するためのフィルム、IRフィルム等の光学系を設けてもよい。

【0229】

また、図17(D)は、図17(C)中における光源光学系3801の構造の一例を示した図である。本実施例では、光源光学系3801は、リフレクター2811、光源3812、レンズアレイ3813、3814、偏光変換素子2815、集光レンズ3816で構成される。なお、図17(D)に示した光源光学系は一例であって特に限定されない。例えば、光源光学系に実施者が適宜、光学レンズや、偏光機能を有するフィルムや、位相差を調節するフィルム、IRフィルム等の光学系を設けてもよい。

【0230】

ただし、図17に示したプロジェクターにおいては、透過型の電気光学装置を用いた場合を示しており、反射型の電気光学装置及び発光装置での適用例は図示していない。

【0231】

図18(A)は携帯電話であり、本体3901、音声出力部3902、音声入力部3903、表示部3904、操作スイッチ3905、アンテナ3906等を

含む。本発明を表示部 3 9 0 4 に適用することができる。

【 0 2 3 2 】

図 1 8 (B) は携帯書籍 (電子書籍) であり、本体 4 0 0 1、表示部 4 0 0 2、4 0 0 3、記憶媒体 4 0 0 4、操作スイッチ 4 0 0 5、アンテナ 4 0 0 6 等を含む。本発明は表示部 4 0 0 2、4 0 0 3 に適用することができる。

【 0 2 3 3 】

図 1 8 (C) はディスプレイであり、本体 4 1 0 1、支持台 4 1 0 2、表示部 4 1 0 3 等を含む。本発明は表示部 4 1 0 3 に適用することができる。本発明のディスプレイは特に大画面化した場合において有利であり、対角 1 0 インチ以上 (特に 3 0 インチ以上) のディスプレイには有利である。

【 0 2 3 4 】

以上の様に、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器に適用することが可能である。また、本実施例の電子機器は実施例 1 ~ 7 のどのような組み合わせからなる構成を用いても実現することができる。

【発明の効果】

本発明の構成を採用することにより、以下に示すような基本的有意性を得ることが出来る。

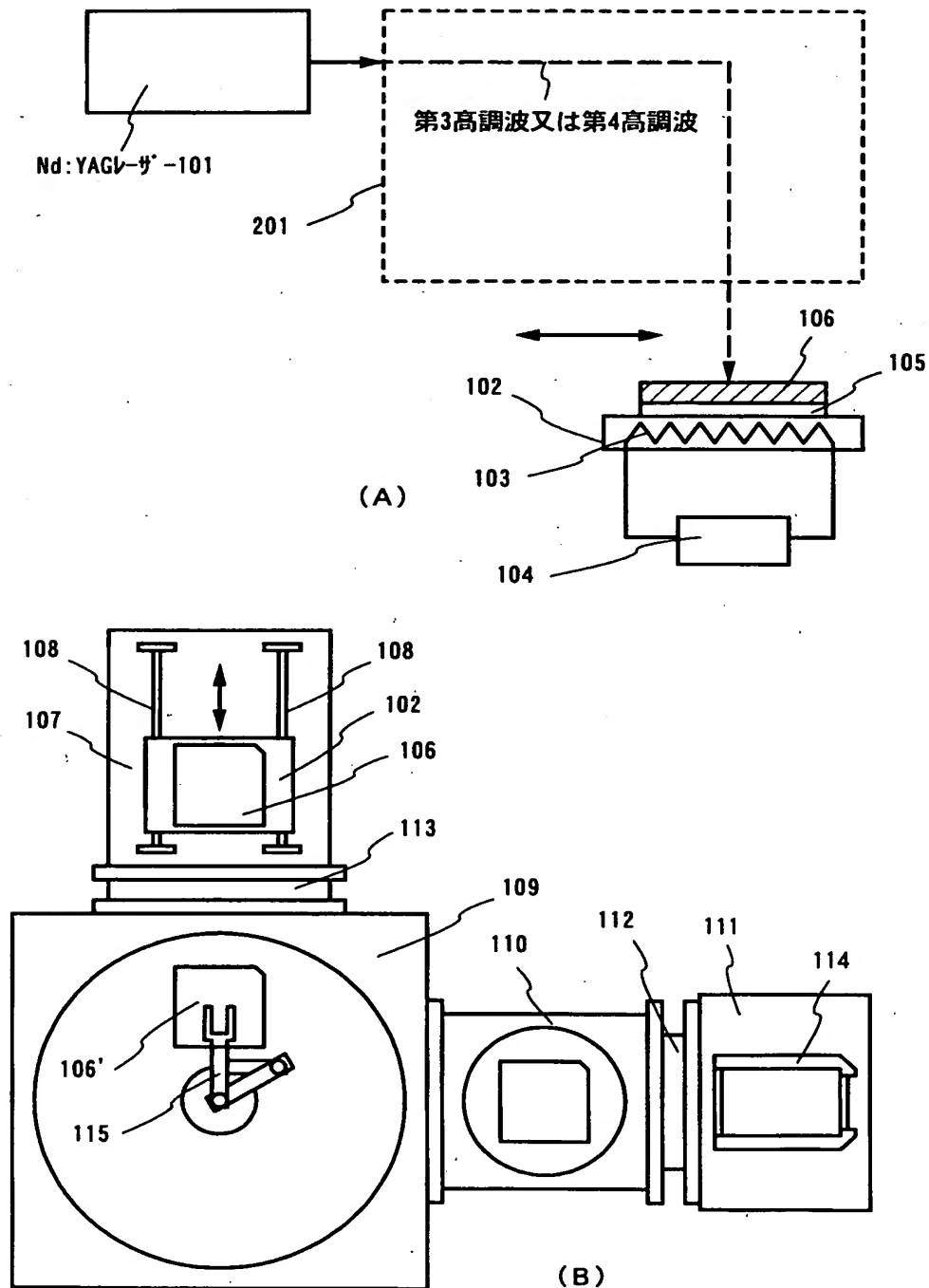
- (a) 従来の T F T の作製プロセスに完全に適合した、簡単な構成である。
- (b) 不純物元素の導入量を低減することができる。そのため、ゲート絶縁膜や半導体膜やその界面においてドーピング処理によるダメージを低減することができる。
- (c) 不純物元素が導入された半導体膜の結晶性の回復を容易なものとする。
- (d) 不純物元素の活性化を十分行なうことができる。
- (e) 結晶化を助長するために用いた金属元素を十分に除去することができる。
- (f) ゲート電極と低濃度不純物領域のオーバーラップ領域の幅を小さくすることができる。そのことにより、トランジスタのさらなる微細化を可能とする。
- (g) 以上の利点を満たした上で、電気的特性の優れた T F T を作製できる方法である。

【図面の簡単な説明】

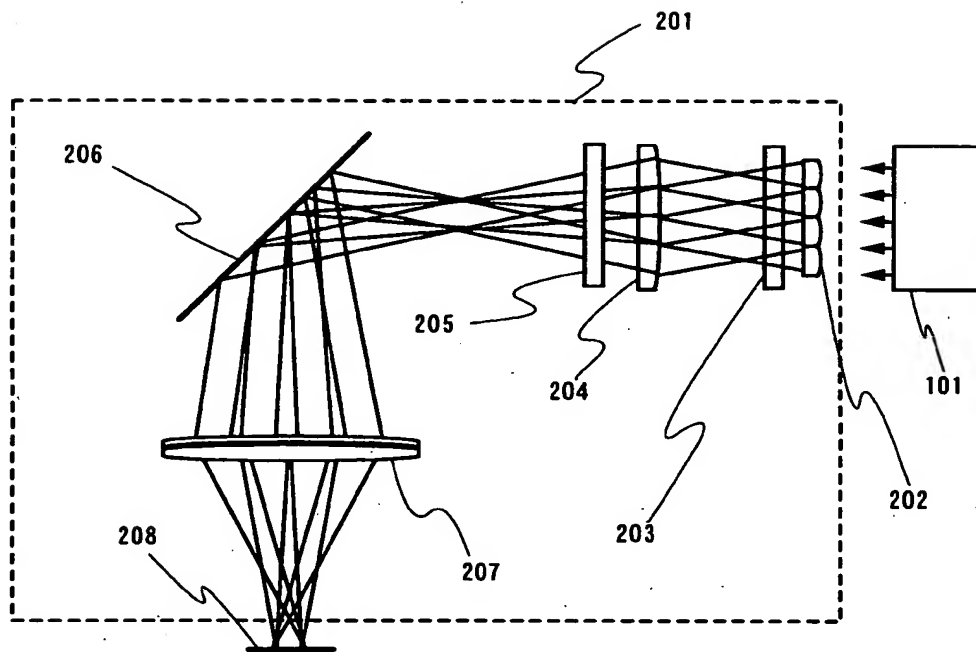
- 【図 1】 レーザ装置の構成を示す図。
- 【図 2】 レーザ装置の光学系の構成を示す図。
- 【図 3】 本発明のレーザアニール方法の一例を示す図。
- 【図 4】 GOLD構造のTFTの作製工程を示す図。
- 【図 5】 反射材料の例における波長に対する反射率を示す図。
- 【図 6】 (A) 1737ガラス基板における波長に対する透過率を示す図。
(B) 合成石英ガラス基板における波長に対する透過率を示す図。
- 【図 7】 GOLD構造のTFTの作製工程を示す図。
- 【図 8】 画素TFT、駆動回路のTFTの作製工程の例を示す断面図。
- 【図 9】 画素TFT、駆動回路のTFTの作製工程の例を示す断面図。
- 【図 10】 画素TFT、駆動回路のTFTの作製工程の例を示す断面図。
- 【図 11】 画素TFT、駆動回路のTFTの作製工程の例を示す断面図。
- 【図 12】 画素部の画素を示す上面図。
- 【図 13】 アクティブマトリクス型液晶表示装置の作製工程を示す断面図。
- 【図 14】 発光装置の駆動回路及び画素部の断面構造図。
- 【図 15】 (A) 発光装置の上面図。
(B) 発光装置の駆動回路及び画素部の断面構造図。
- 【図 16】 半導体装置の一例を示す図。
- 【図 17】 半導体装置の一例を示す図。
- 【図 18】 半導体装置の一例を示す図。
- 【図 19】 本発明のレーザアニール方法の一例を示す図。
- 【図 20】 GOLD構造のTFTの作製工程を示す図。
- 【図 21】 アクティブマトリクス型液晶表示装置の作製工程を示す断面図。
- 【図 22】 発光装置の画素部の断面構造図。
- 【図 23】 TFTの作製工程および本発明のレーザアニールの一例を示す図。

【書類名】 図面

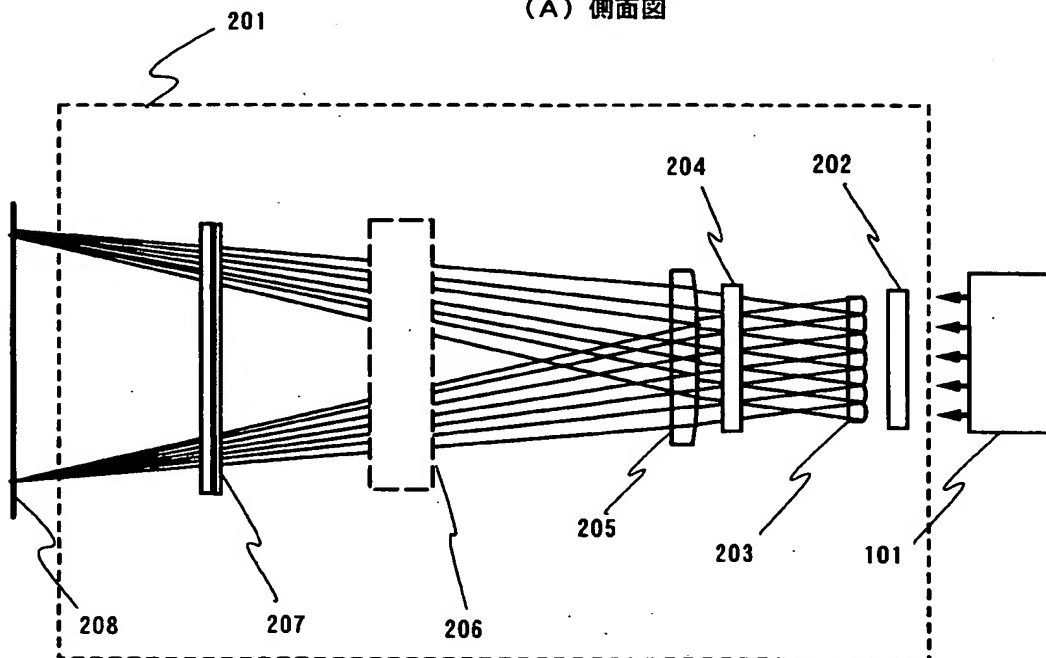
【図 1】



【図 2】

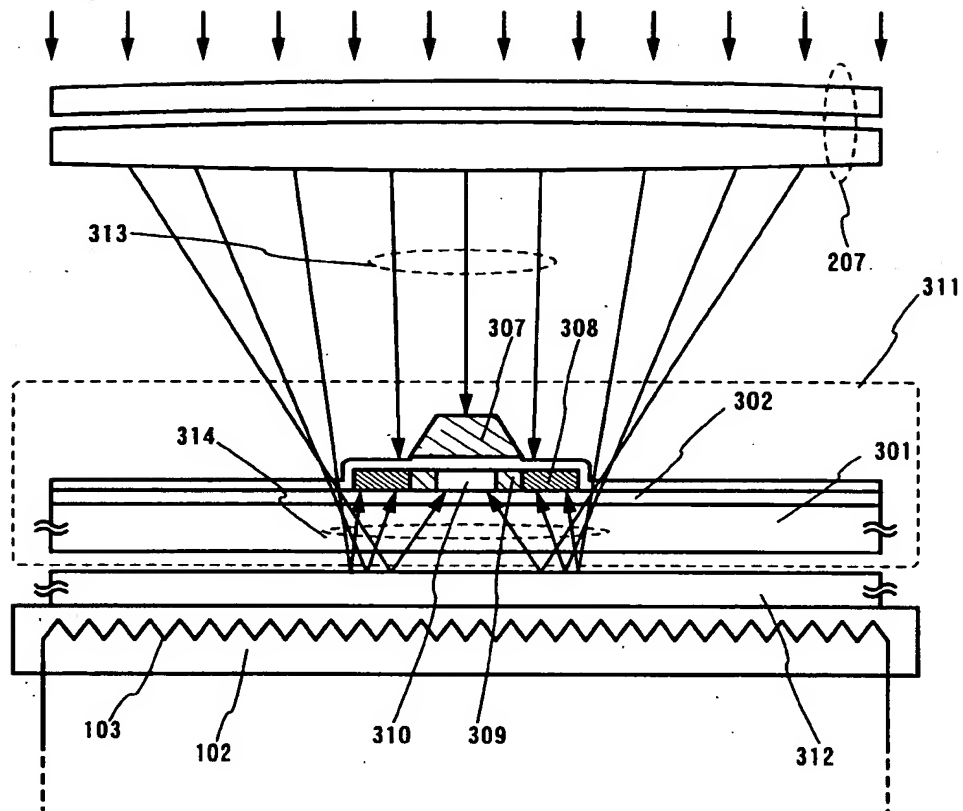


(A) 側面図



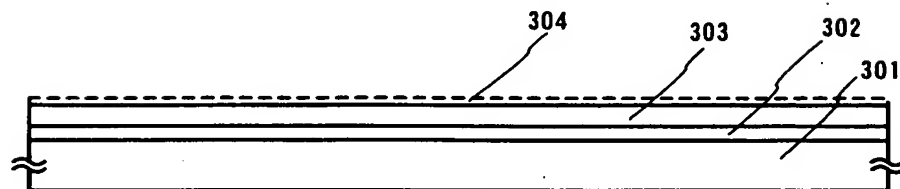
(B) 上面図

【図 3】

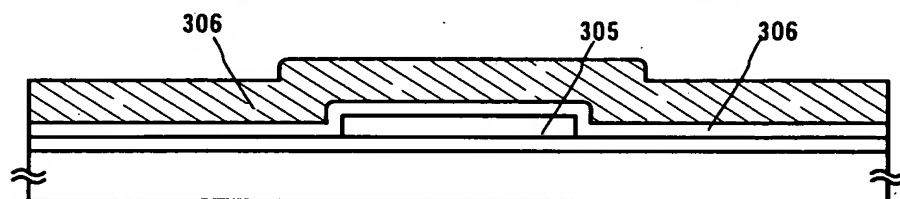


【図 4】

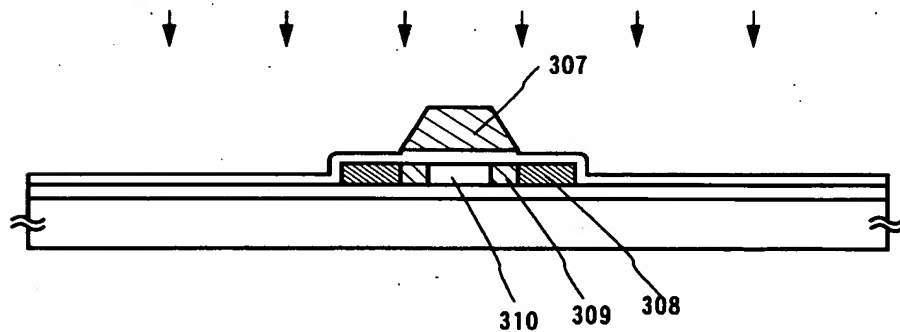
(A) 第1の絶縁膜の形成／半導体膜の形成／金属含有層の形成



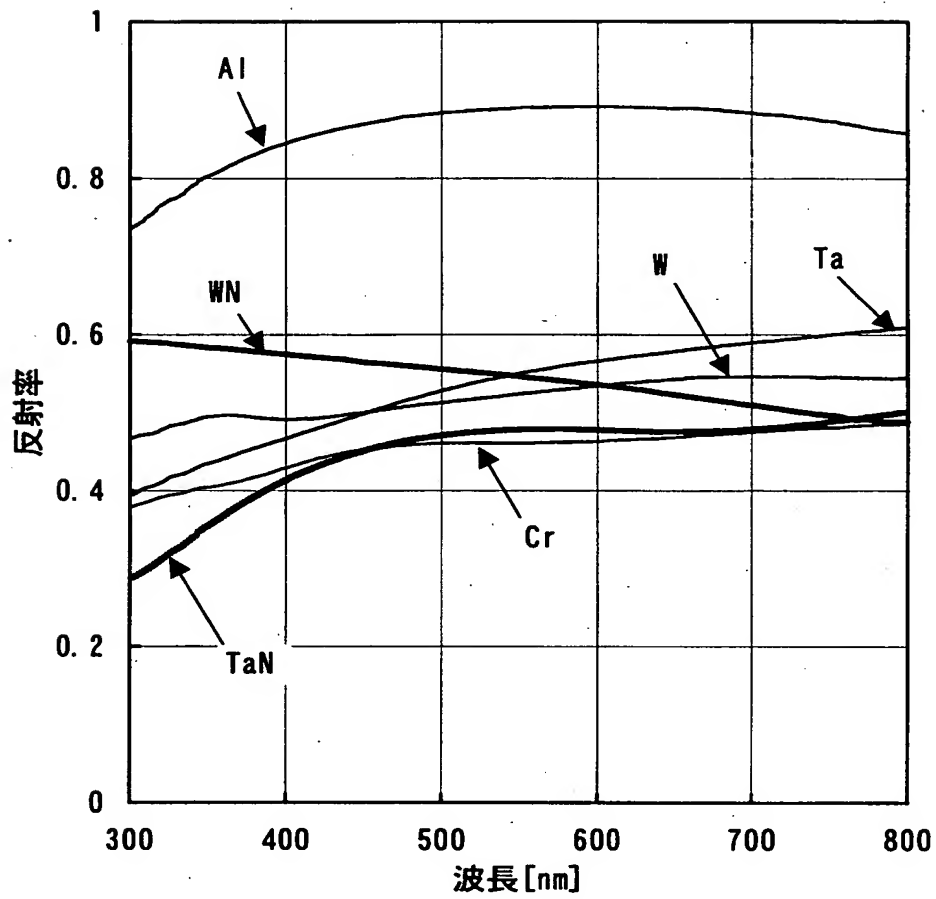
(B) 加熱処理／半導体層の形成／第2の絶縁膜の形成／導電膜の形成



(C) 導電層の形成／ドーピング処理／加熱処理

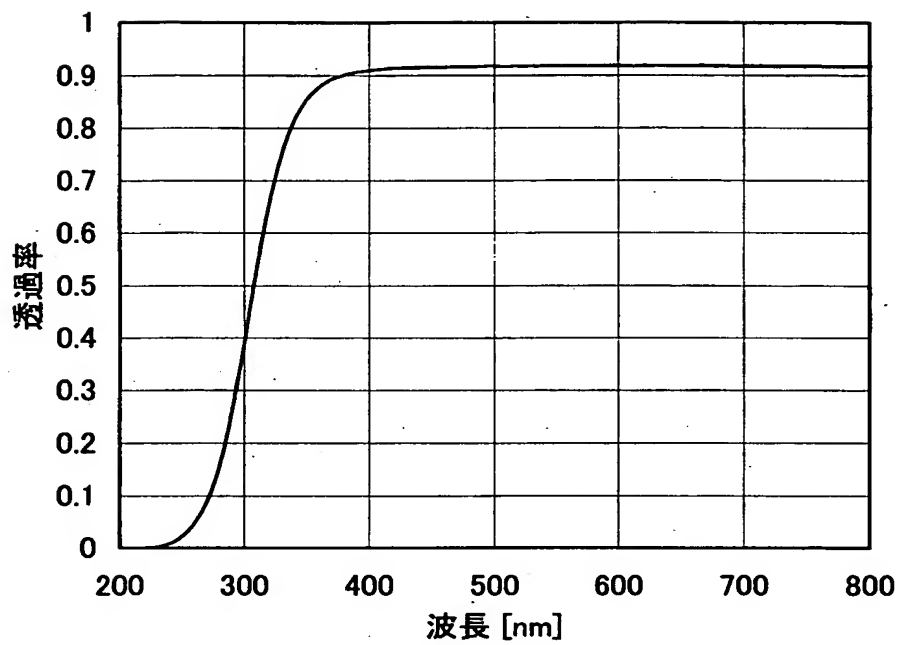


【図5】

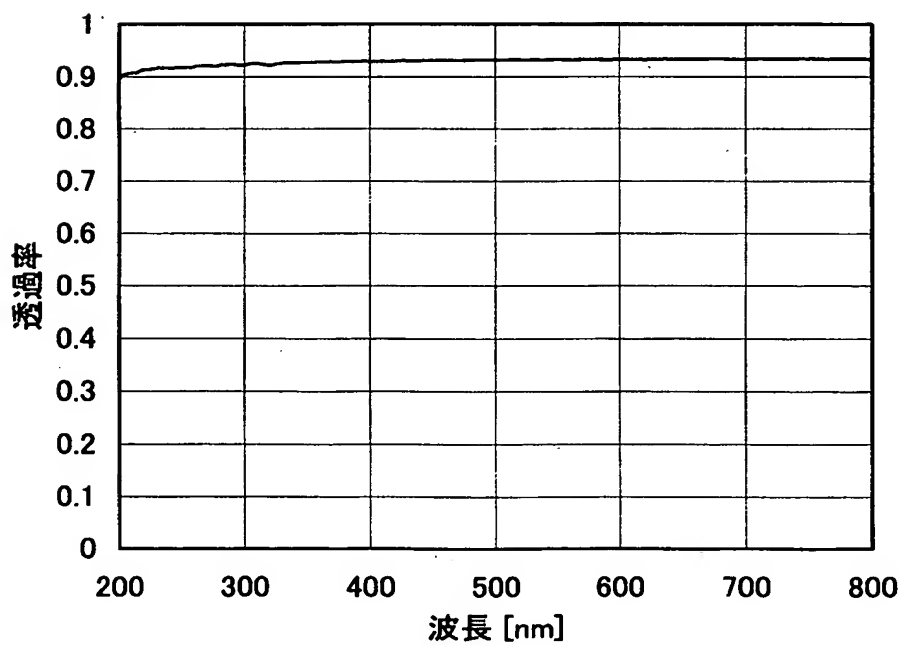


【図 6】

(A)

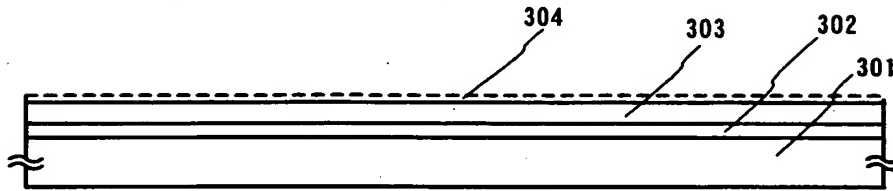


(B)

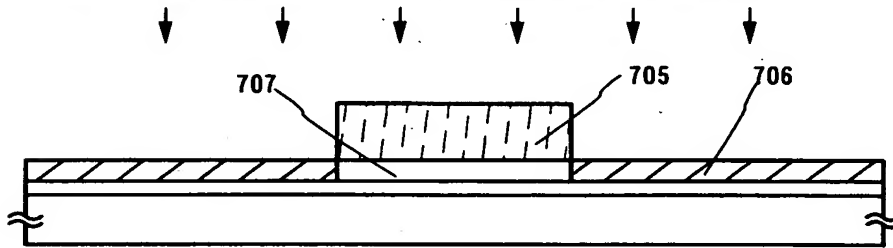


【図 7】

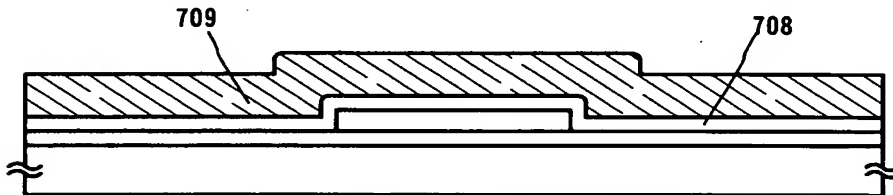
(A) 第1の絶縁膜の形成／半導体膜の形成／金属含有層の形成



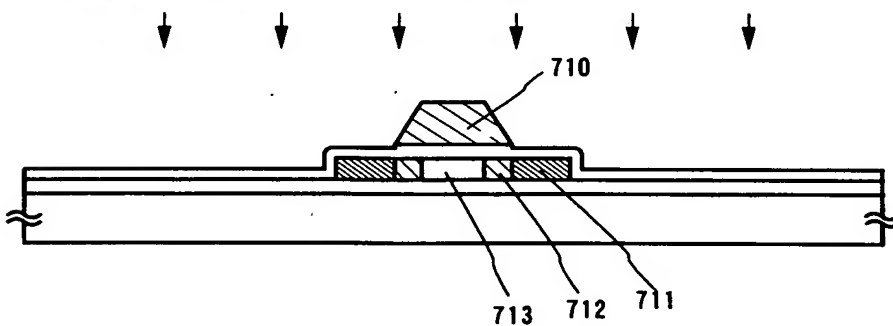
(B) 第1の加熱処理／第2のドーピング処理／第2の加熱処理



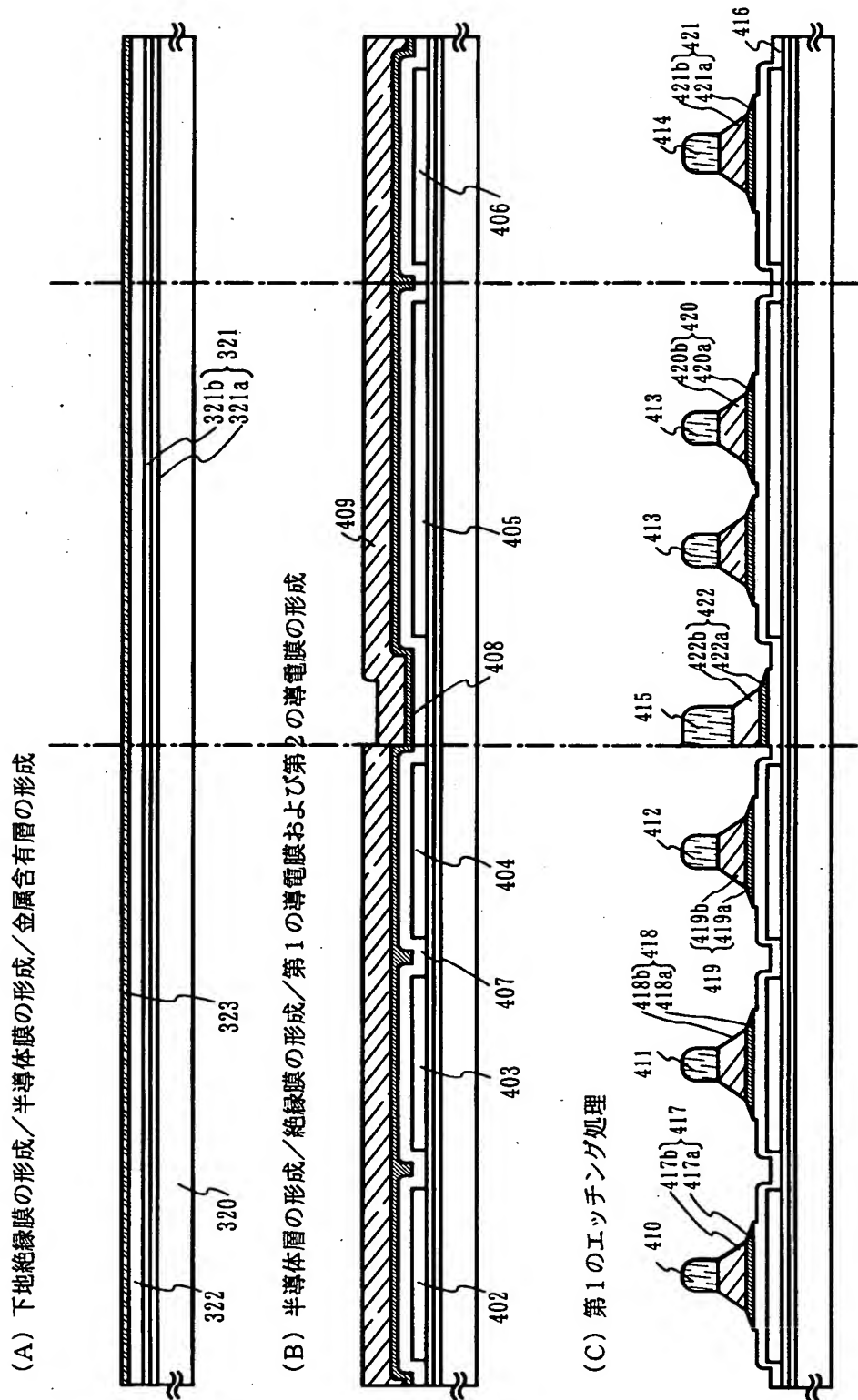
(C) 半導体層の形成／絶縁層の形成／導電膜の形成



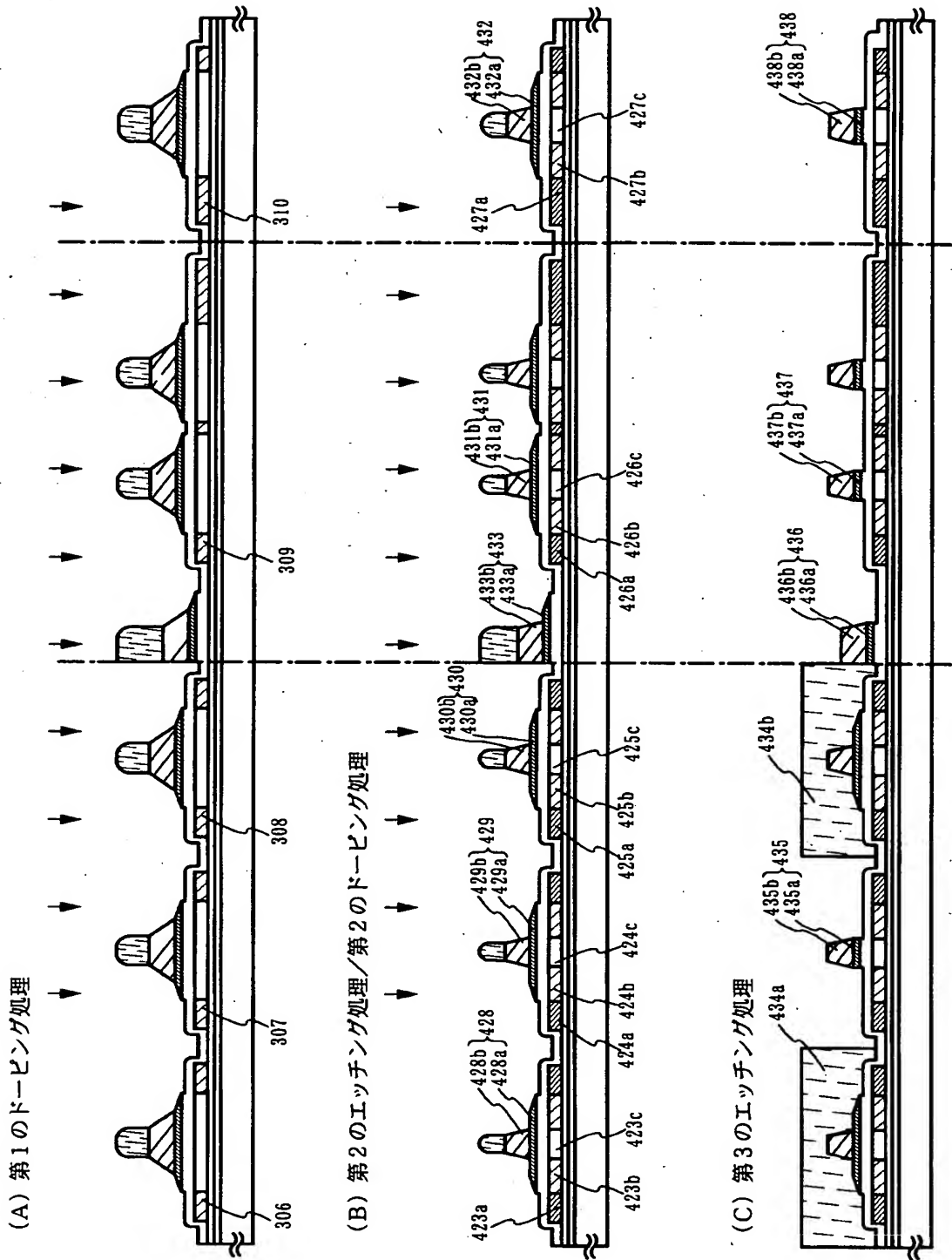
(D) 導電層の形成／第2のドーピング処理



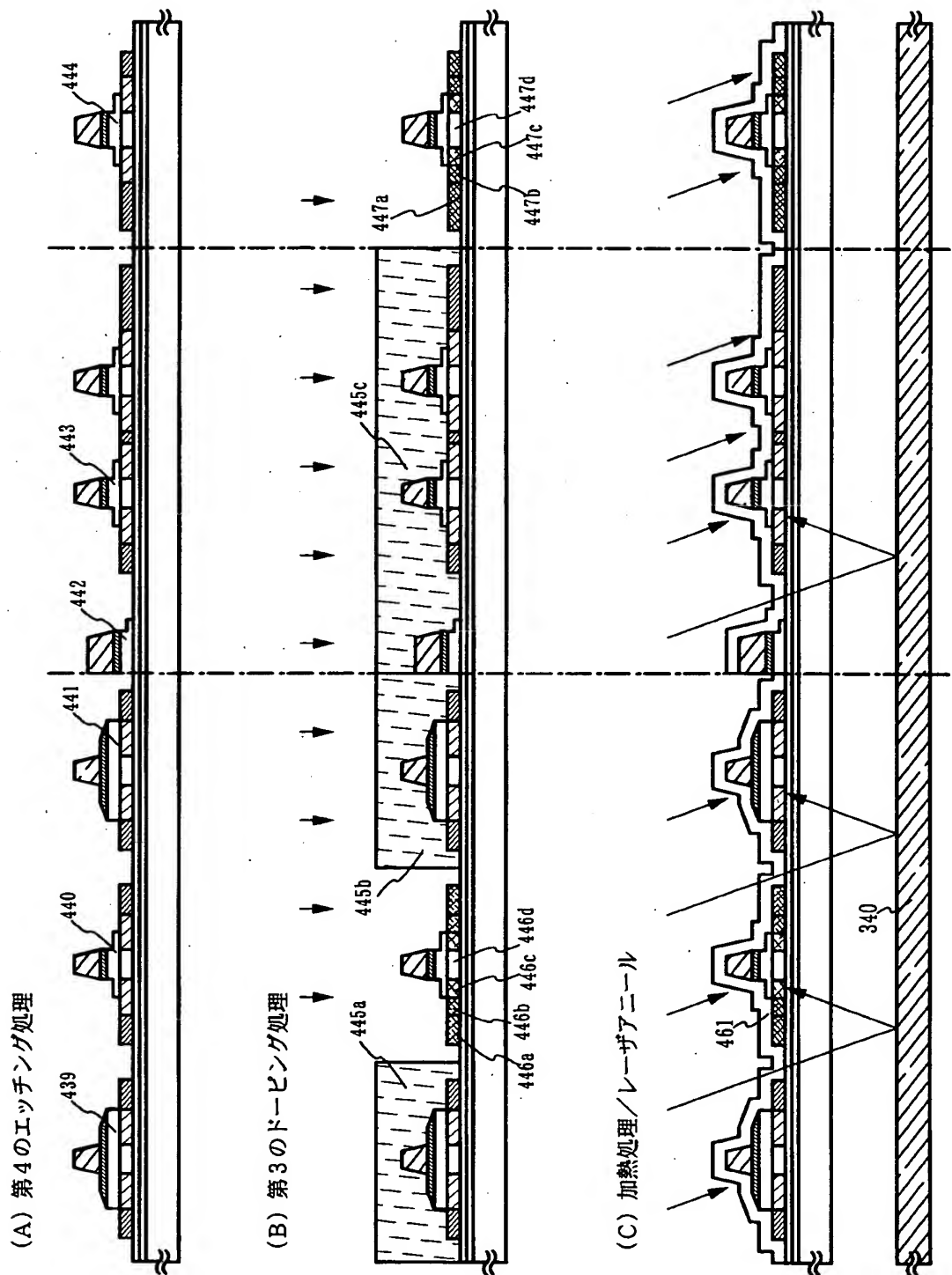
【図 8】



【図9】

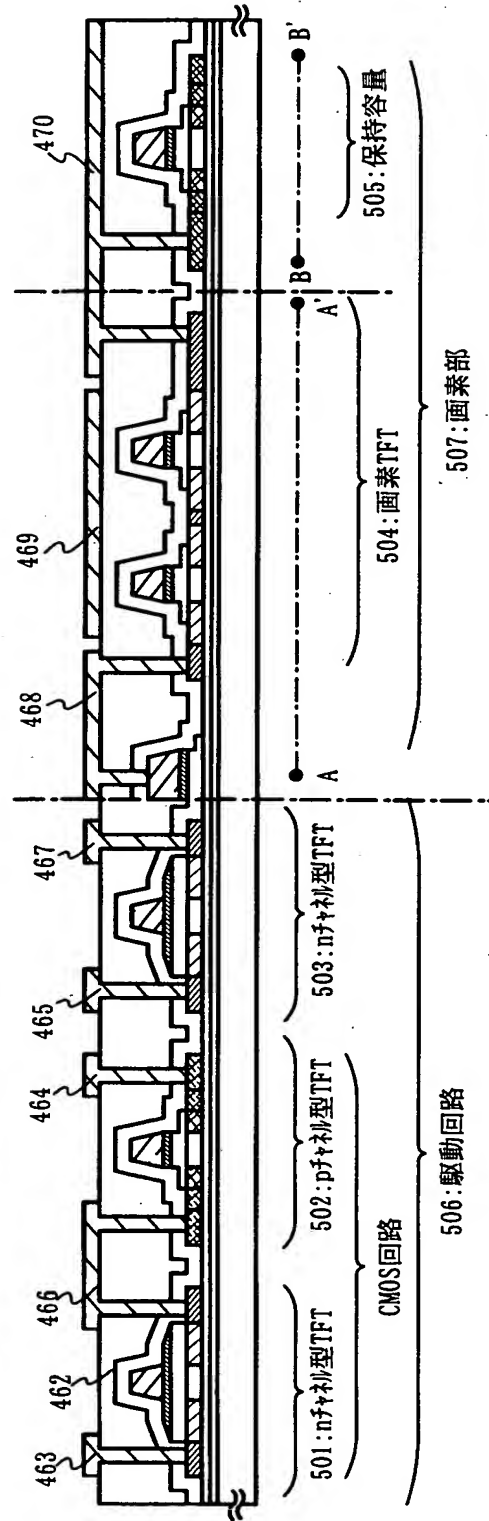


【図 10】

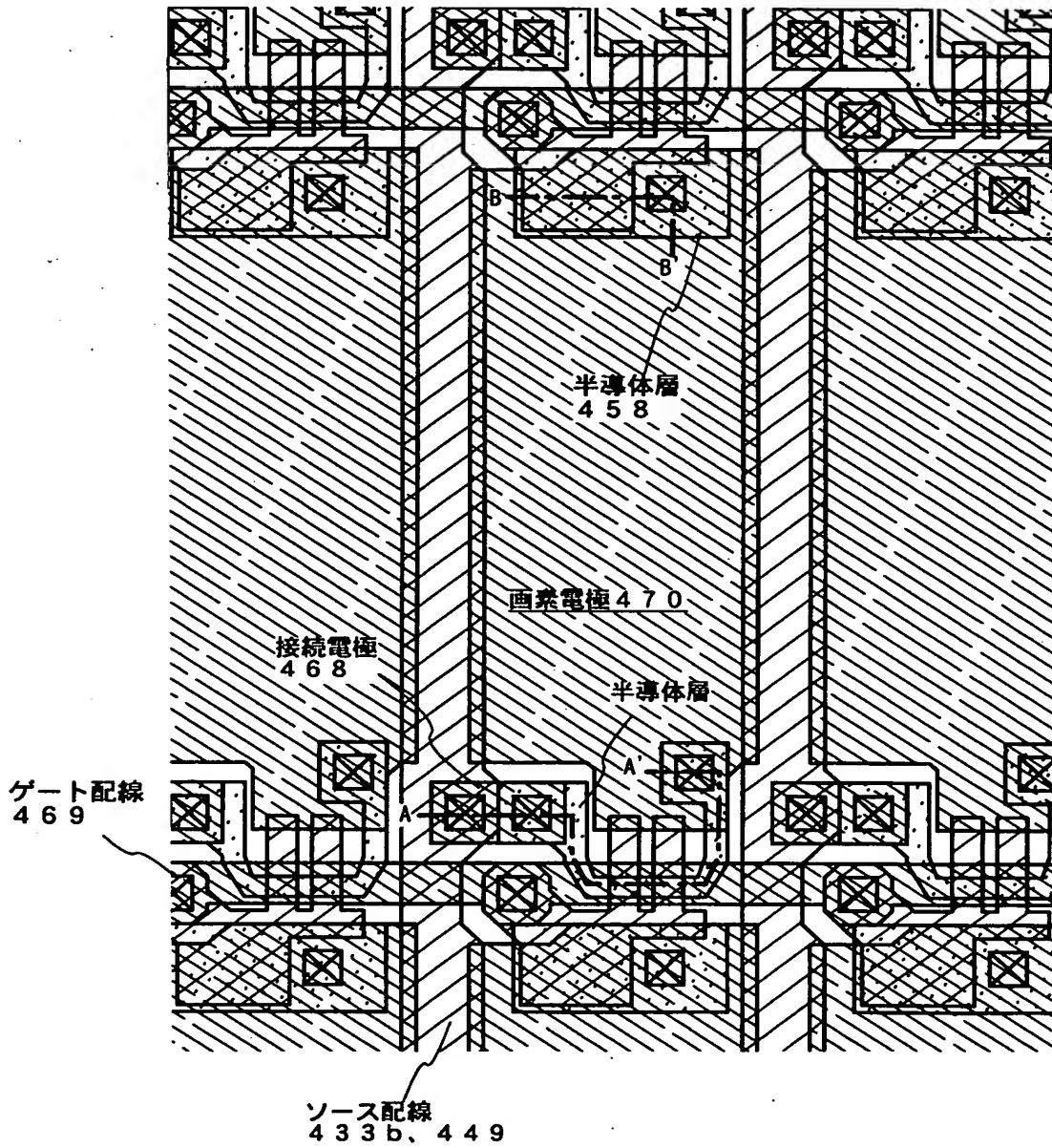


【図 11】

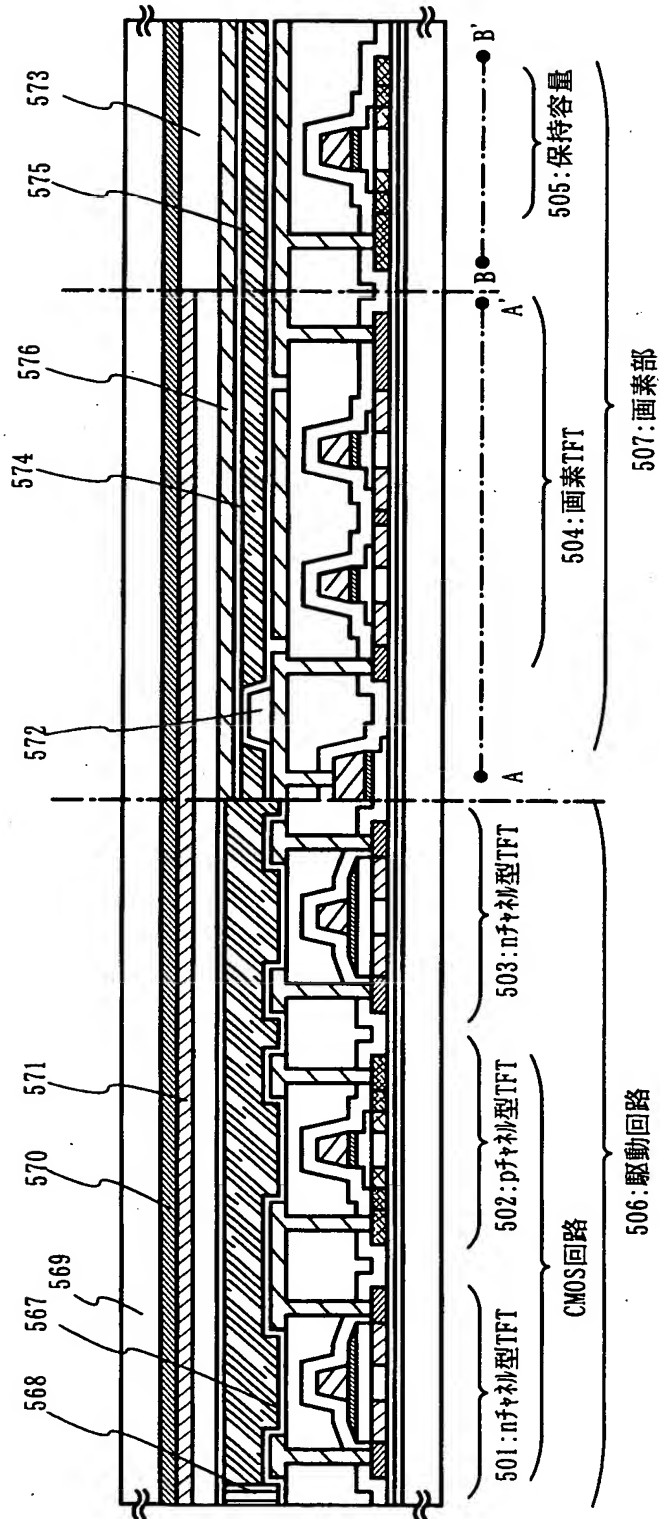
第2の層間絶縁膜の形成/画素電極および配線の形成



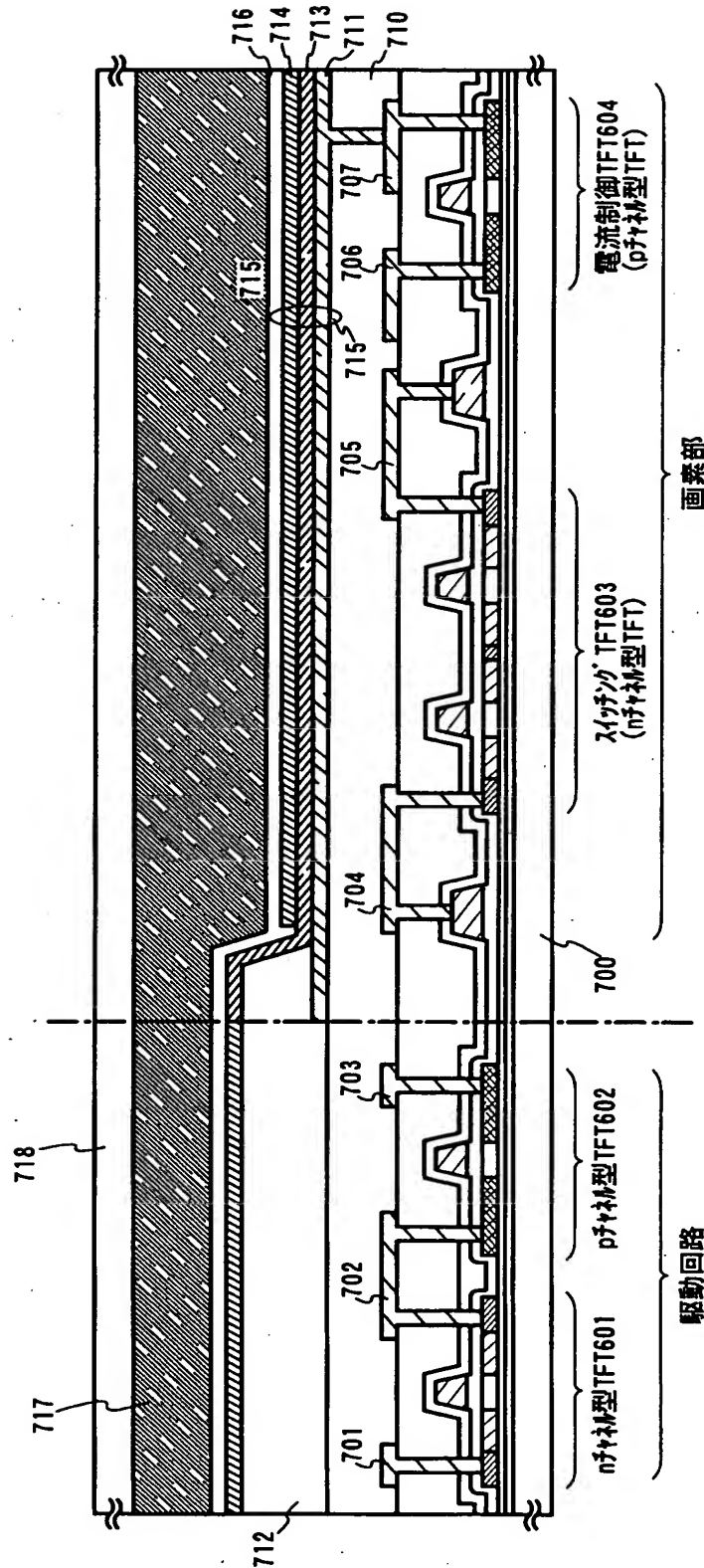
【図 12】



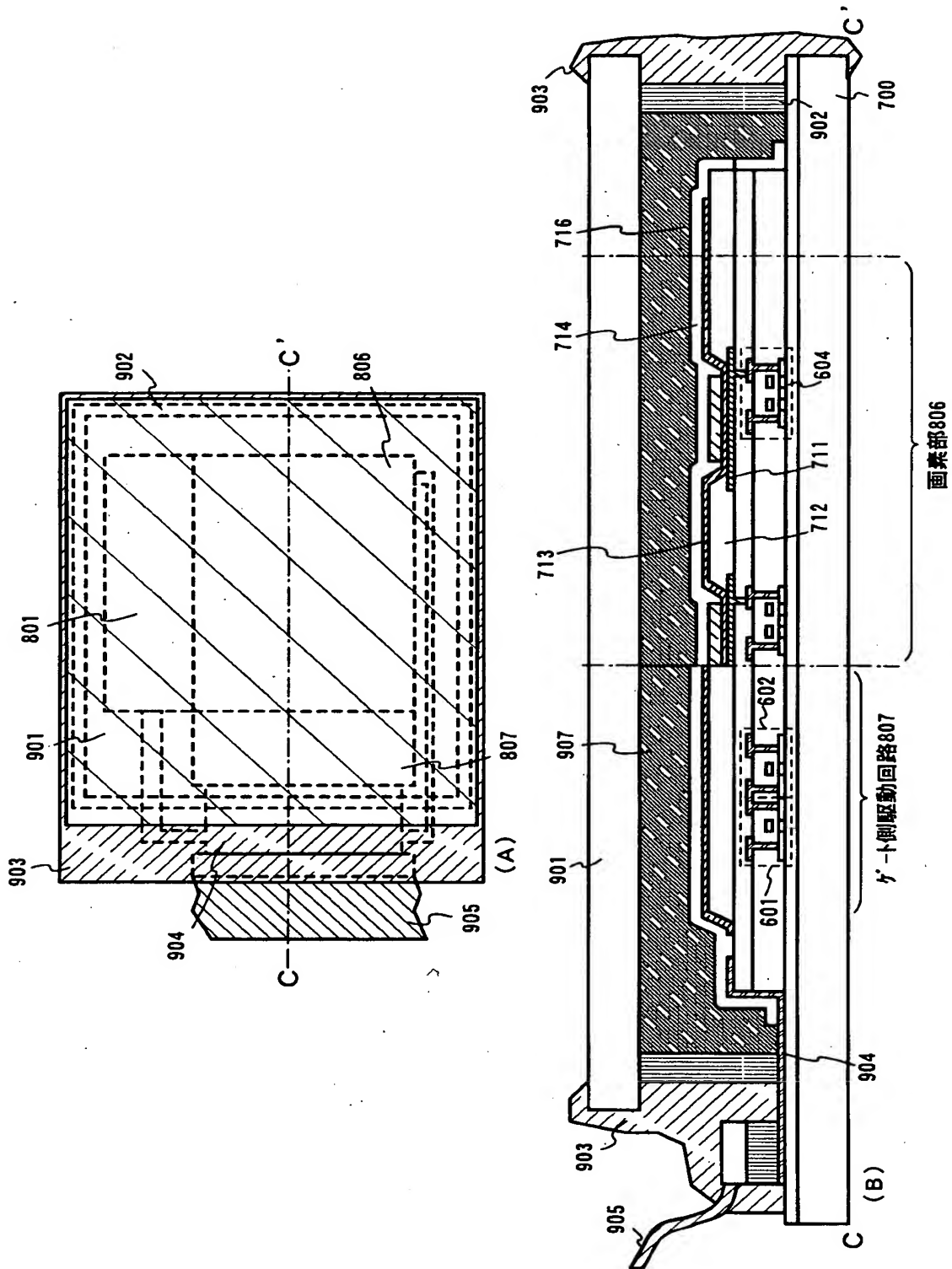
【図13】



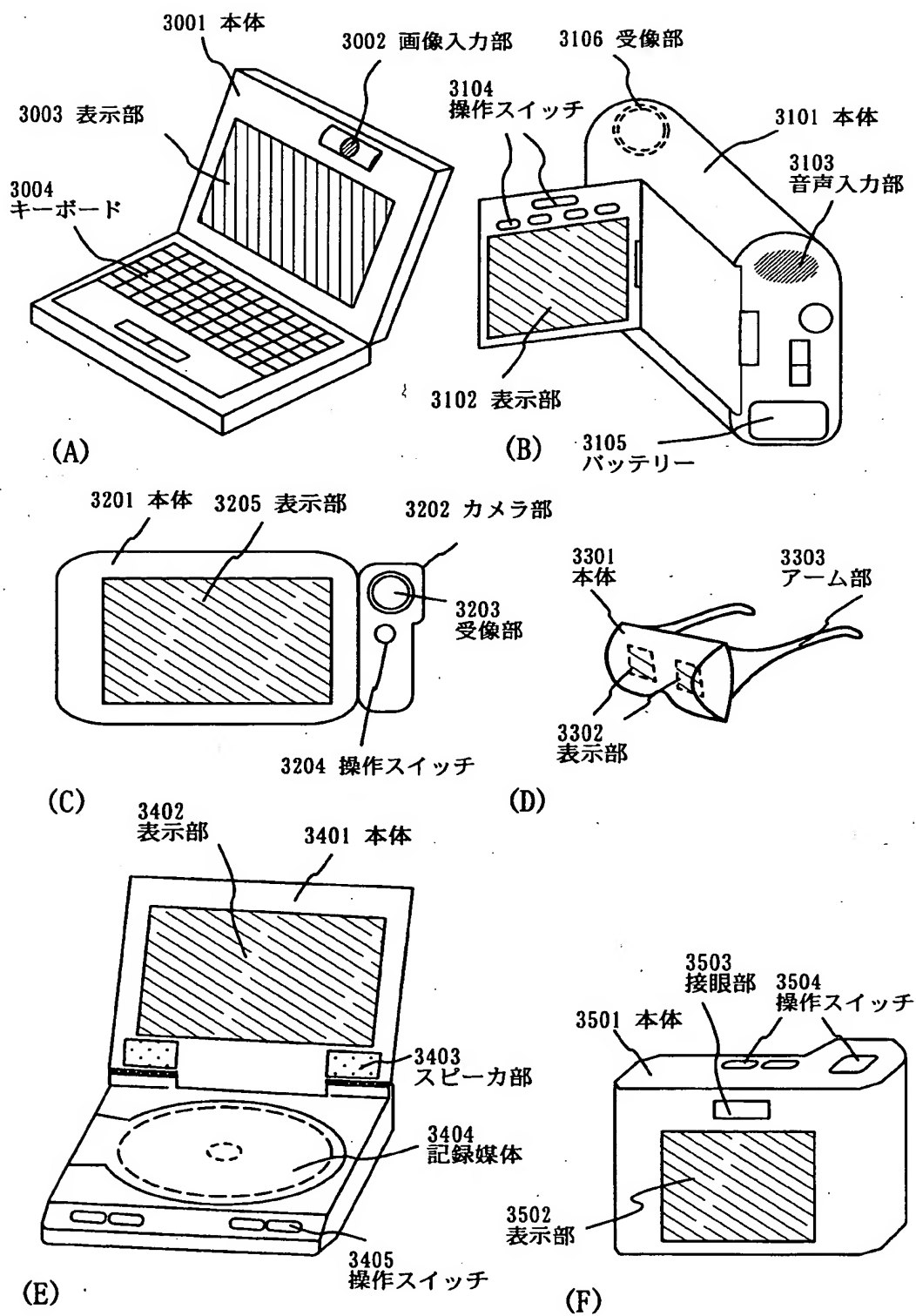
【図 14】



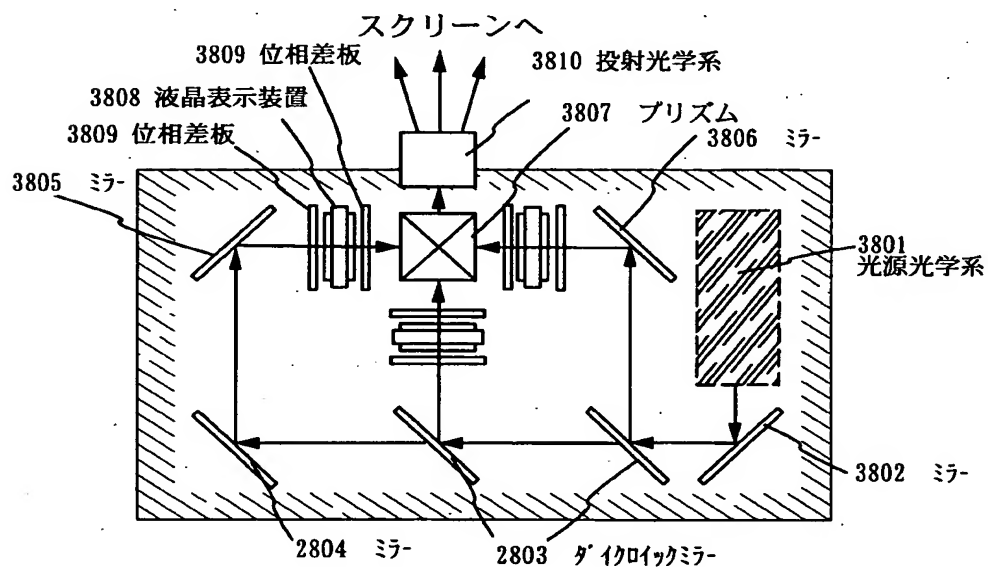
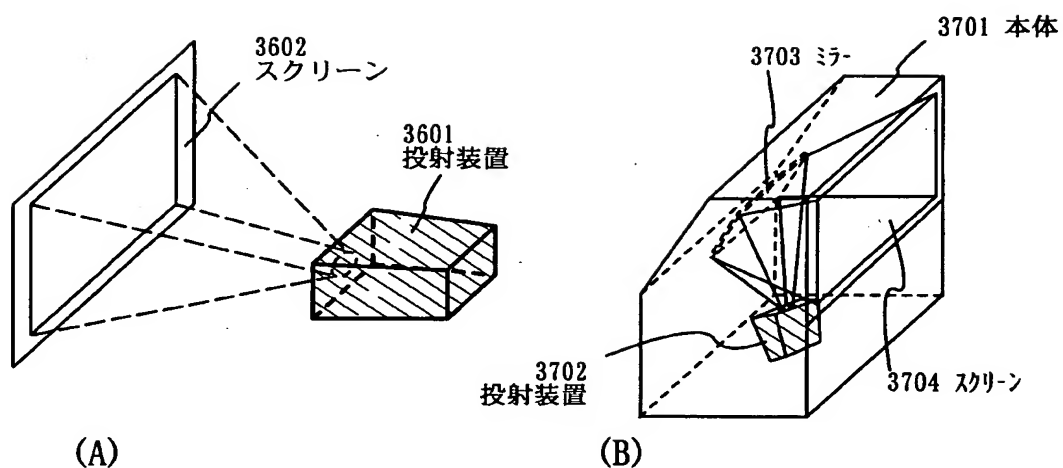
【図15】



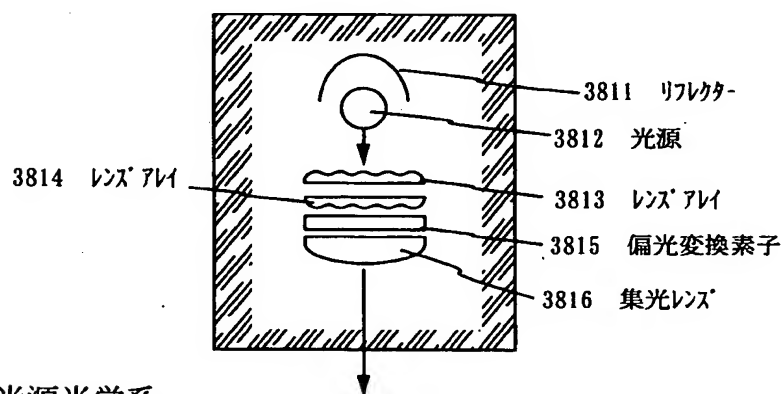
【図 16】



【図 17】

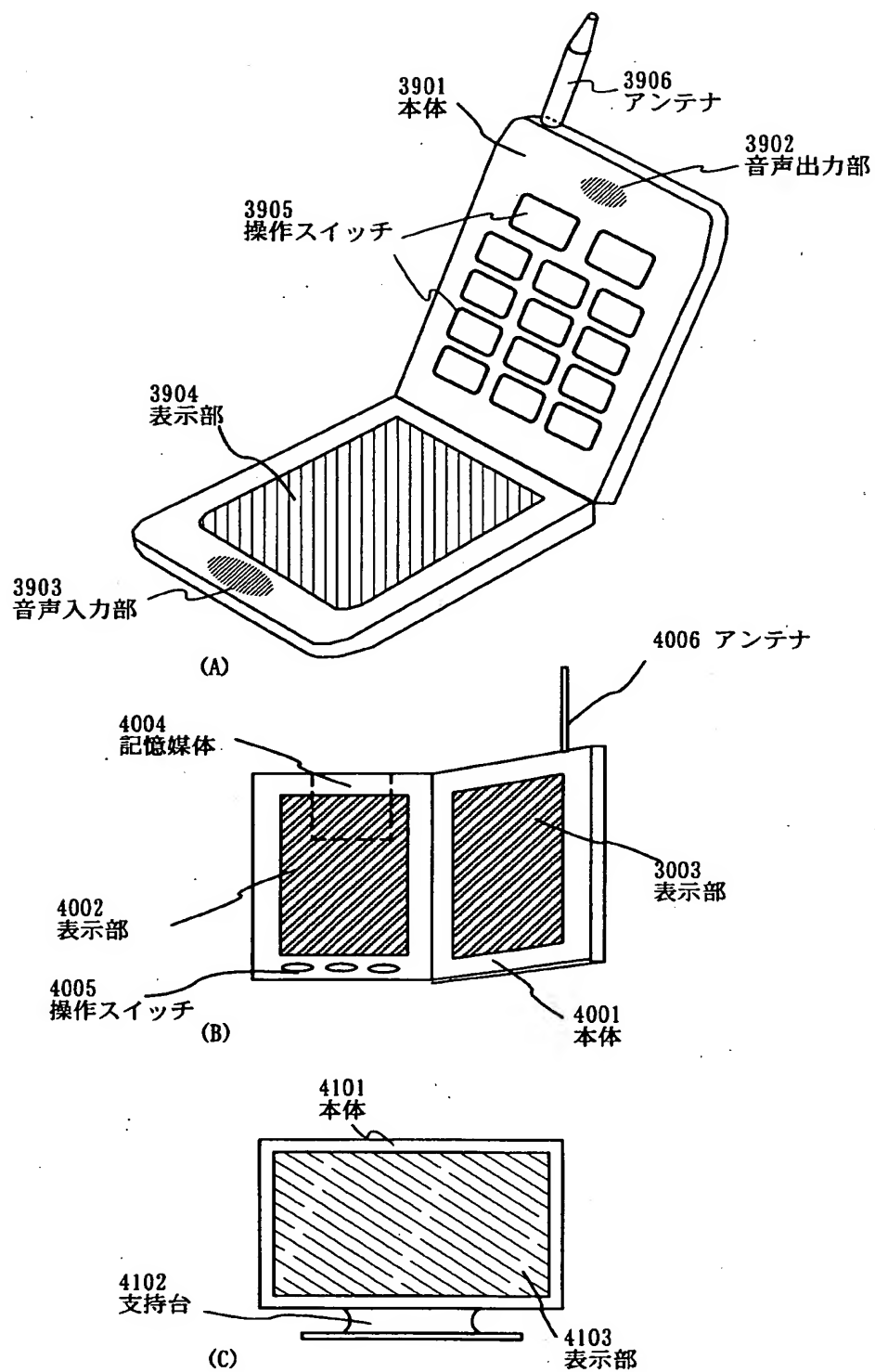


(C) 投射装置 (三板式)

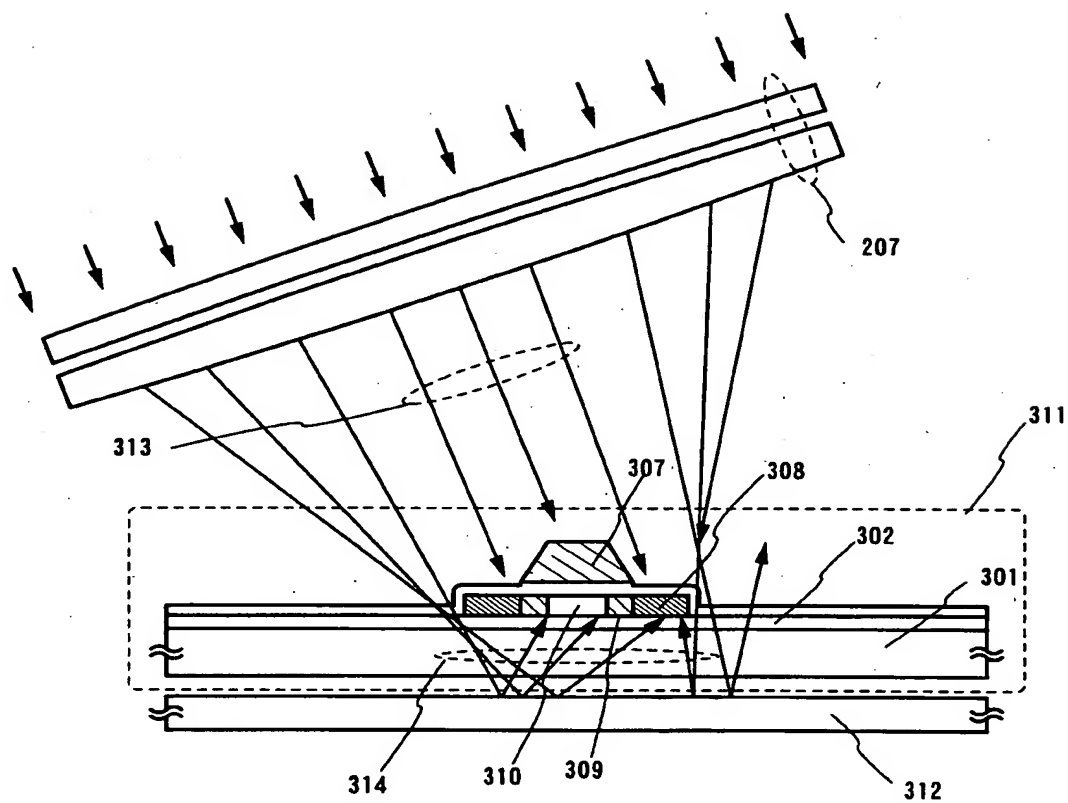


(D) 光源光学系

【図 18】

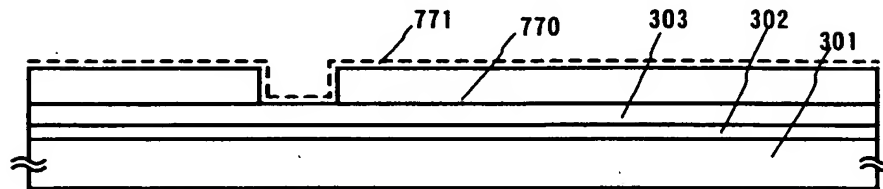


【図19】

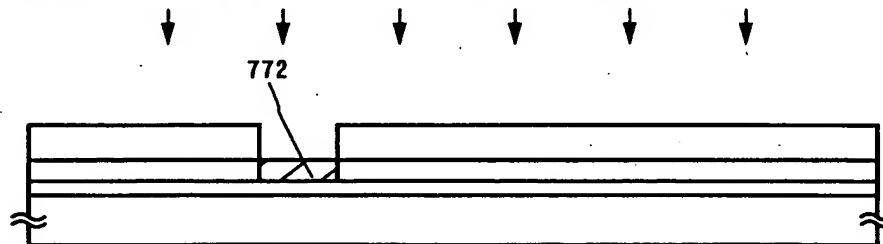


【図 20】

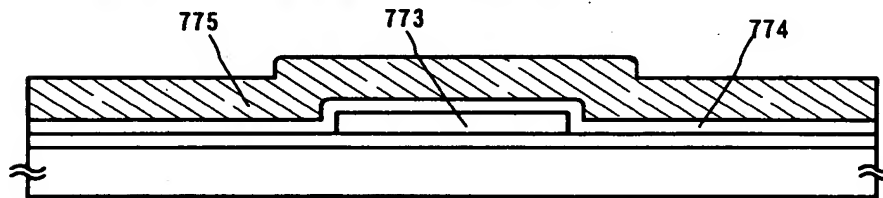
(A) 第1の絶縁膜の形成／半導体膜の形成／金属含有層の形成



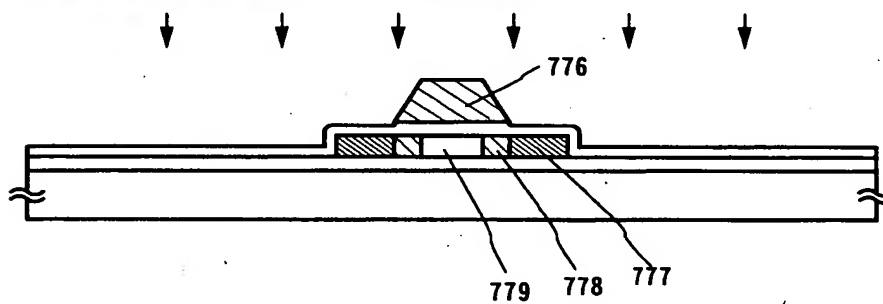
(B) 第1の加熱処理／第1のドーピング処理／第2の加熱処理



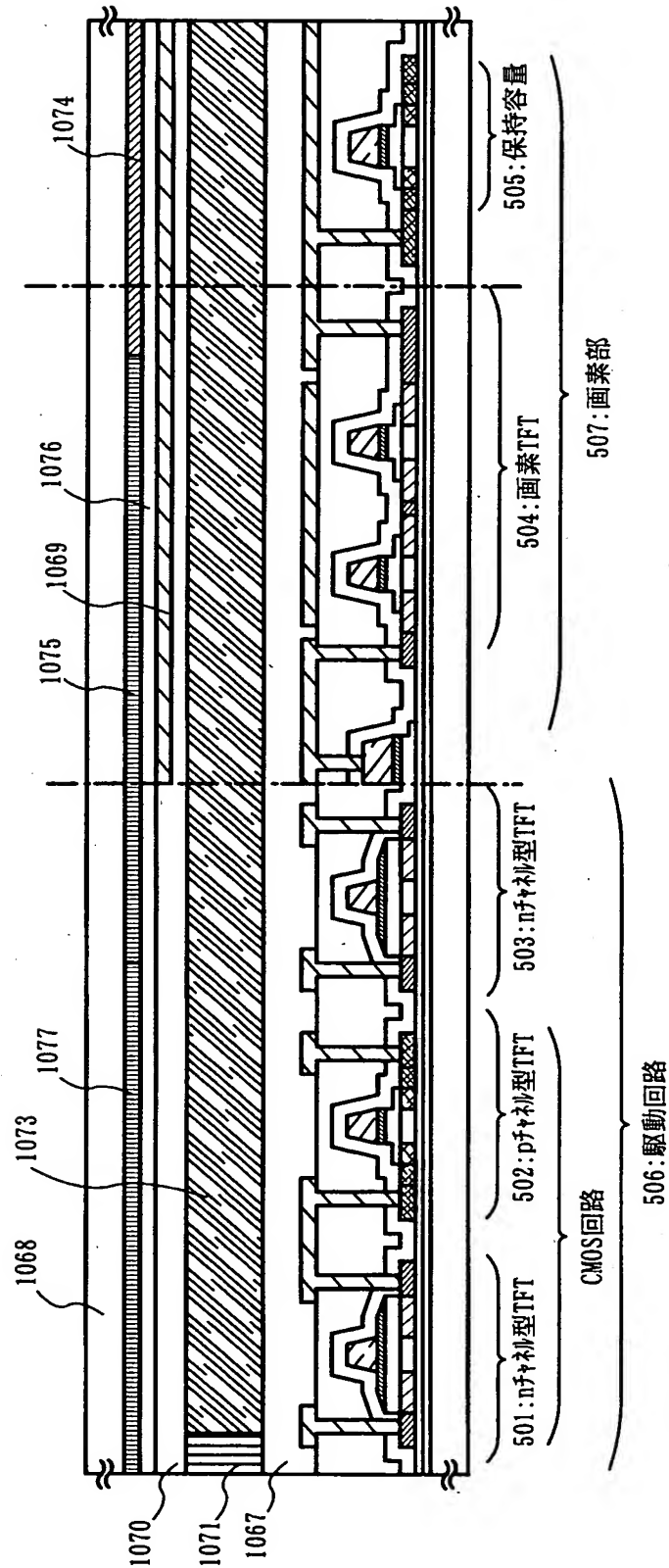
(C) 半導体層の形成／絶縁層の形成／導電膜の形成



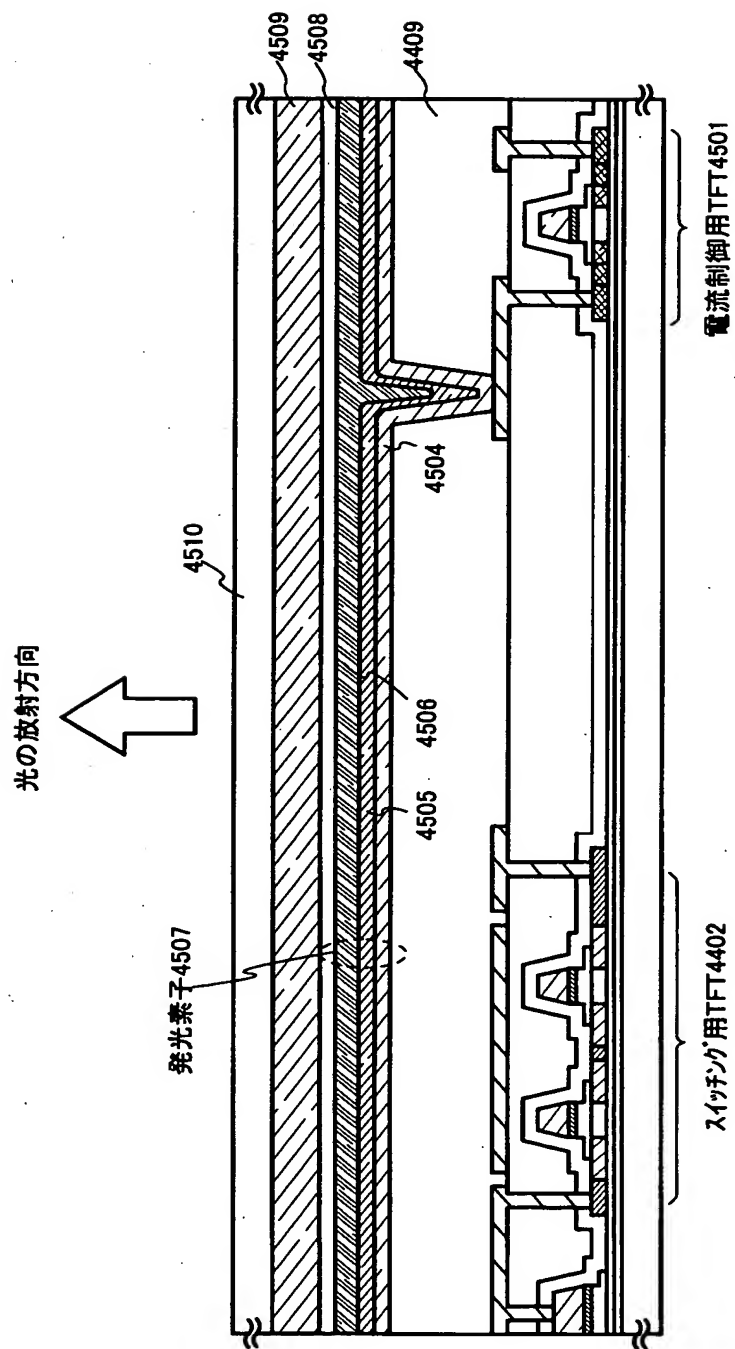
(D) 導電層の形成／第2のドーピング処理



【図 21】



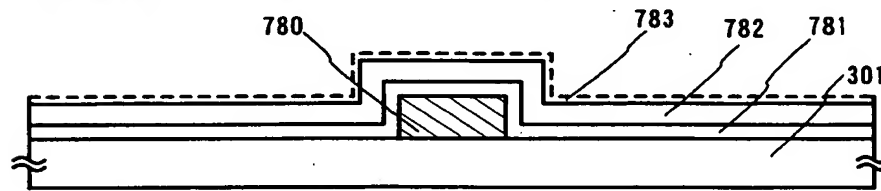
【図 22】



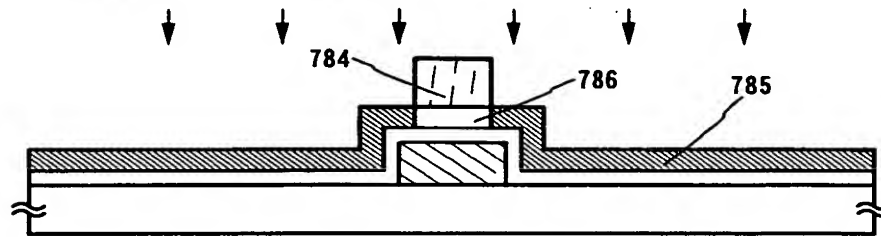
特2001-010858

【図23】

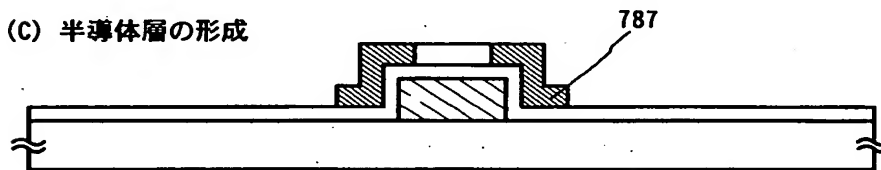
(A) 導電層の形成／絶縁膜の形成／半導体膜の形成／金属含有層の形成



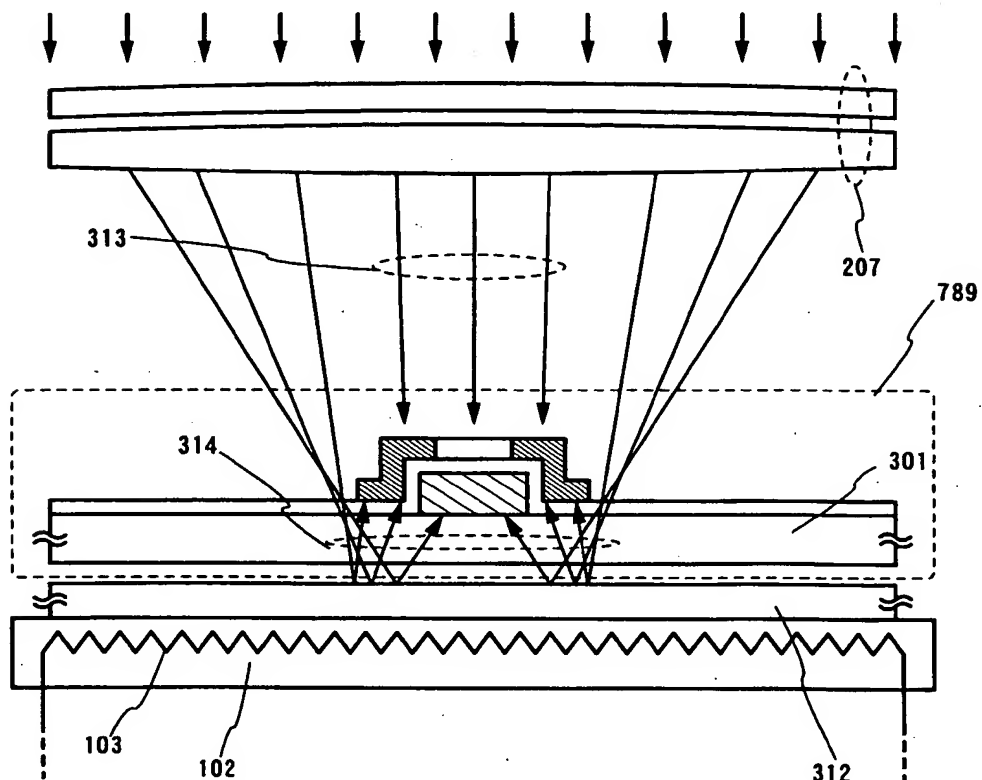
(B) 加熱処理／ドーピング処理



(C) 半導体層の形成



(D) レーザアニール



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 金属元素を用いた結晶化法において、ゲッタリングのために必要な不純物元素の濃度が高く、その後のアニールによる再結晶化の妨げとなり問題となっている。

【解決手段】

本発明は半導体膜に、希ガス元素を添加した不純物領域を形成し、加熱処理およびレーザアニールにより前記不純物領域に半導体膜に含まれる金属元素を偏析させるゲッタリングを行うことを特徴としている。また、半導体膜が形成された基板（半導体膜基板）の下方に、反射体を設置し、前記半導体膜基板を透過するレーザ光を半導体膜基板の表面側から照射すると、反射体によって前記レーザビームは反射し、前記半導体膜を裏面側から照射する。また、ゲート電極の一部と重なる低濃度不純物領域にもレーザ光を照射することができる。このようにして、前記半導体膜において実効的なエネルギー密度を高くすることで、結晶性の回復および不純物元素の活性化を行なうことを可能とする。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000153878]

1. 変更年月日 1990年 8月17日
[変更理由] 新規登録
住 所 神奈川県厚木市長谷398番地
氏 名 株式会社半導体エネルギー研究所